Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

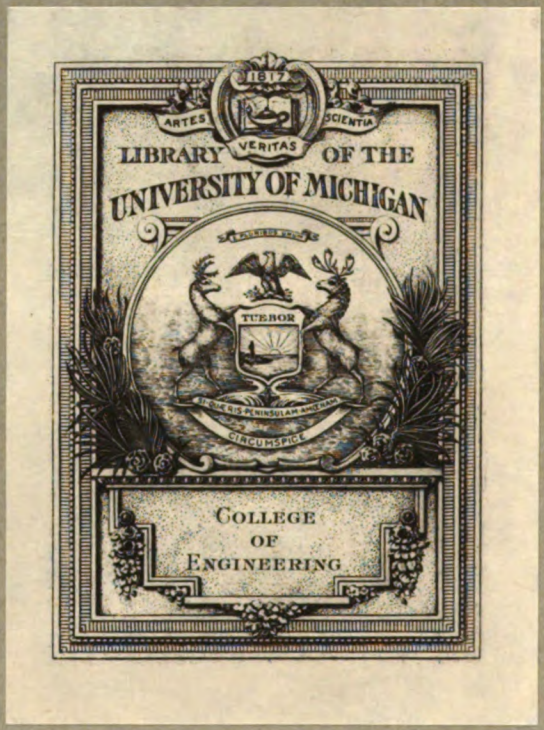
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 366079

Digitized by Google



Digitized by Google

TK
3
E46

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

LIV. Jahrgang

1933

I. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1933

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

(I. Halbjahr 1933)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	II	IV. Vereinsnachrichten	XVII
II. Persönliches	XVI	V. Geschäftliche Mitteilungen	XVIII
III. Literatur (insbes. Buchbesprechungen)	XVI		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.
Abschreibungen s. Geldwirtschaft.
Abzweigdosen s. Installationswesen.

Akkumulatoren (s. a. Automobile, Bahnbau).
Starterbatterien. 298. B. 464.
Akkumulatoren im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 409.
Entwicklung und Anwendung der Stahl-Akkumulatoren. 410.
Entwicklung der Ladeaggregate und Ladeschaltungen. 410.
Gleichrichter zum Laden von Elektrokarren. 453.
Hebelumschalter für die Gruppenladung der Sammlerbatterien. R. Edler. Brf. 486.
Die stationäre „Berga"-Akkumulatoren-Batterie. 532.

Aktinometer s. Lichttechnik.
Akustik s. Meßkunde, Technische Akustik.
Aluminium s. Leitungen, Stoffkunde und Abt. AV, Geschäftliche Mitteilungen.

Anlasser (s. a. Automobile).
Vollselbsttätige Antriebe bei Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinen. 236.
Die Bemessung von Flüssigkeitswiderständen unter Berücksichtigung des Wehnelt-Effektes. Nach G. Becker. 634.

Anstellung in Rußland. 45.
Antennen s. Funkwesen.
Antrieb s. Automobile, Bahnbau, Maschinenantrieb, Schiffahrt.
Aufzüge s. Maschinenantrieb.
Ausgleichvorgänge s. Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.

Ausstellungen und Messen.
— Deutschland.
Fachschau „Messen an Maschinen". 162.
„Im Haus der Gegenwart", Essen 1933. 186. 264.

Ausstellungen und Messen.
Grüne Woche Berlin 1933. 264.
Aktive Exportförderung durch deutsche Auskunftsstellen auf ausländischen Messen. 264.
Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. W. Rödiger. *297. B. 464.
Elektrowärme-Ausstellung Essen 1933. 313.
Erfindungschutz auf der Elektrowärme-Ausstellung Essen. 313.
Strahlenschau 1934 in München. 336. 613.
Lehrschau Elektrowärme. 384.
Reichsbahn und Reichsmarine auf der Elektrowärme-Ausstellung in Essen. 407.
Die Große Hauswirtschaftliche Ausstellung „Im Haus der Gegenwart", Essen. 458.
39. Deutsche Landwirtschaftliche Wander-Ausstellung der D. L. G. Przygode. 530.
Jubiläums-Funkausstellung Berlin 1933. 613.
Eröffnung der Ausstellung von Arbeiten der Facharbeiterlehrlinge. 615.
— — Leipziger Messe.
Reichstagswahl am ersten Messe-Sonntag. 187.
Die Messe im Zeichen der Umstellung. K. Elfe. *193.
Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1933. 223.
Die Frühjahrsausstellung im Hause der Elektrotechnik. E. Orlich. *441.
Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933 außerhalb des HDE. G. H. Winkler. *489.
Werkstoffe auf der Leipziger Messe. 505.
Herabgesetzte Preise für die Amerika-Reise des Leipziger Meßamts. 532.
Termine der Leipziger Herbstmesse 1933. 613.

Ausstellungen und Messen.
— Ausland.
Aktive Exportförderung durch deutsche Auskunftsstellen auf ausländischen Messen. 264.
4. Fernsehausstellung in London. 504.
Die Messe der britischen Industrie 1933. G. Pfestorf. *523.
Mustermesse Barcelona 1933. 532.
Herabgesetzte Preise für die Amerika-Reise des Leipziger Meßamts zur Chicagoer Weltausstellung. 532.

Außenhandel s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Automat s. Schaltgeräte.

Automobile (s. a. Lichttechnik).
Leitungs-Omnibus s. Bahnbau.
Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. W. Rödiger. *297. B. 464.
Lichtmaschinen, Zünd- und Starteranlagen auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. 299.
Kraftwagenanlasser für Batterie- und Netzanschluß. 310.
Starter- und Motorradbatterien. 409.
Anwendung der Elektromobile und Elektrokarren. 409.

Backöfen s. Wärmetechnik.

Bahnbau und Bahnbetrieb (s. a. Elektrische Maschinen).
— Anlagen.
Amerika. 313. 408.
Argentinien. 65. 125.
Augsburg—Stuttgart. 407. 597.
Augsburg — Treuchtlingen — Nürnberg. 479.
Belgien. 113. 162.
Berlin. 76. 89. 135. 288. 356.
Berlin—Dresden. 638.
Berlin — Hamburg. 411.
Berlin—Leipzig. 638.
Brasilien. 288.

Digitized by Google

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Brüssel — Antwerpen. 113.
Buenos Aires. 125.
Burgdorf — Thun. 336.
Dänemark. 113.
Deutschland. 44. 76. 89. 93. 135. 288. 356. 407. 411. 431. 479. 530. 533. 597. 638.
Dreiseenbahn. 530.
England. 66.
Frankreich. 40. 110.
Höllentalbahn. 530.
Indien. 497.
Indochina. 458.
Italien. 185. 263.
Japan. 78.
Kopenhagen. 113.
Mailand. 263.
New York — Philadelphia. 408.
Niederlande. 335.
Österreich. 336. 533. *625.
Paris — Orléans. 110.
Peninsulabahn. 497.
Schweden. 20. 314. 473. 479.
Schweiz. 336.
Siam. 65.
Spezia — Livorno. 185.
Stockholm. 479.
Stockholm — Malmö. 314.
Stuttgart — Ulm. 44. 431.
Tauernbahn. 336. 533.
— **Allgemeines.**
Fahrdrahtentlastende Aufhängevorrichtung für elektrische Oberleitungen. 40.
Theorie der Kurzschlußbremse. Nach W. Bader. 64.
Verteilungsnetz der Reichsbahn in Berlin. 76.
Leitfähigkeit der Schienen. 137.
Ein Weichen-Auftaugerät. 216.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Einrichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Eichung von Meßgeräten für die Feststellung von mechanischen Bewegungen. R. Bernhard u. A. Kammerer. *257.
Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenstrom-Umformung mit Gleich- und Wechselrichtern. Nach R. Feinberg. 261.
Durch Batterie gespeiste Schienenbremsen für Straßenbahnen. Nach Bächtiger. 264.
Streckenimpedanz und Schienenstrom bei Einphasenbahnen. Nach H. Forwald. 455.
Neuartiger elektrischer Zugbetrieb auf der Höllental- und Dreiseenbahn. 530.
Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österr. Bundesbahnen. Motor Columbus. Brf. 595.
Schienenstoßverbindung. 610.
— **Eisenbahnen.**
— — **Elektrisierung in Deutschland.**
Elektrisierung der Eisenbahnstrecke Ulm—Stuttgart. 44.
Vor der Vollendung der Elektrisierung Augsburg—Stuttgart. 407.
Die Aufteilung der süddeutschen Elektrisierungs-Aufträge. 431.
Elektrischer Zugverkehr Stuttgart—Ulm. 431.
Reichsbahnelektrisierung. 479.
Neuartiger elektrischer Zugbetrieb auf der Höllental- und Dreiseenbahn. 530.
Bessere Ausnutzung der Wasserkraftwerke und Fernleitungen bei den bayerischen Bahnen. 530.
Elektrische Eisenbahnen in Deutschland. 533.
Die Elektrisierung der Hauptbahn Augsburg—Stuttgart und der Stuttgarter Nahbahnen. 597.
— — **Elektrisierung im Ausland.**
Elektrisierung der schwedischen Eisenbahnlinien. 20.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Die Erfolge der französischen Südbahnelektrisierung. Nach M. Bachellery. 40.
Zur Frage der Hauptbahnelektrisierung in England. 66.
Elektrische Bahnen in Japan. 78.
Zur Elektrisierung der Paris-Orléans-Bahn. Nach M. Parodi. 110.
Elektrisierung der Eisenbahnlinie Brüssel—Antwerpen. 113.
Elektrisierung des Nahverkehrs von Kopenhagen. 113.
Eisenbahnelektrisierung für Belgien. 162.
Elektrisierung der Linie Spezia—Livorno. 185.
Die Elektrisierung der Mailänder Nordbahn. 263.
Ausschreibung für die Elektrisierung der Zentralbahn von Brasilien. 288.
Stockholm — Malmö. 314.
Fortführung der Elektrisierung bei den Niederländischen Eisenbahnen. 335.
Elektrisierung der Tauern-Bahn. 336.
Drehstrombahn Burgdorf—Thun auf Einphasenbetrieb umgebaut. 336.
New York — Philadelphia. 408.
Die Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen. 473.
Betriebsergebnisse der elektrischen Linien der indischen Peninsulabahn. 497.
Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen i. J. 1932. 504.
Elektrisierung der Tauernbahn. 533.
Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. Ein Rückblick und ein Ausblick. E. R. Kaan. *625.
— — **Lokomotiven und Triebwagen.**
Eine neue Steuerung für elektrische Fahrzeuge. K. Hille. *9.
Dieselelektrische Triebfahrzeuge. Nach P. Altorfer. 65.
Neue Hauptbahn-Triebwagen. 93. 162.
Neuere Triebwagen mit Verbrennungsmotoren der Deutschen Reichsbahn. 239.
Motorgenerator-Lokomotiven. A. Grabner. *273. *301.
Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Ges. 287.
Akkumulatorenfahrzeuge der Reichsbahn. 409.
Lokomotivbau im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411.
Automatische Regelung des Anfahrvorganges bei Wechselstrombahnen. 411.
Dieselelektrische Triebwagen Berlin—Hamburg. 411.
Verwendungsmöglichkeit von diesel-elektrischen Lokomotiven. 494.
Lokomotiven der elektrischen Linien der indischen Peninsulabahn. 497.
Dieselelektrische Lokomotiven für Argentinien. 508.
Elektrischer Verschubdienst für Fabriken. M. Schiemann †. 588.
Die Elektrisierung der Hauptbahn Augsburg—Stuttgart und der Stuttgarter Nahbahnen. 597.
Expansionsschalter für Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven. 635.
Schnelltriebwagen auch nach Dresden und Leipzig. 638.
— **Straßenbahnen.**
Verkehrsabnahme in den V. S. Amerika. 313.
Unterirdisch geführte Straßenbahn in Stockholm. 479.
— **Schnellbahnen.**
Eine neue Steuerung für elektrische Fahrzeuge. K. Hille. *9.
Berliner Wannseebahn. 89.
Ausbau des elektrischen Vorortbetriebs im Nordwesten von Buenos Aires. A. Geldermann. *125.
Bremsanordnung bei 30 neuen Triebwagen der Untergrundbahn Berlin. 135.
Stadt-, Ring- und Vorortbahnverkehr Berlins. 288.

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Verkehrsabnahme in den V. S. Amerika. 313.
Erweiterung Berliner Vorortbahnen. 356.
Leichtmetall-Stadtbahnwagen. Nach G. Wagner. 382.
— **Grubenbahnen.**
Elektrische Lokomotiven für Kokereien. 136.
Fahrdraht-Akkumulatorenlokomotiven. 356.
Fahrdraht- und Fahrdraht-Akkumulatoren-Lokomotiven. 411.
Einfluß der Grubenlokomotiven auf die Wetterführung. Nach W. Schulz und A. Kaiser. 610.
— **Seilbahn.**
Große Seilbahnanlage in Indochina. 458.
— **Oberleitungs-Elektromobile.**
Leitungs-Omnibus-Betrieb in London. 159.

Bauwesen.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Nachbehandlung des Betons durch Zufuhr von Wärme auf elektrischem Wege. Nach H. Bohlin u. A. Brund. 284.

Beglaubigungen s. Prüfämter.
Beleuchtung s. Lichttechnik.

Bergbau (s. a. Bahnbau).
Elektrische Streckenvortriebsmaschinen. 17.
Abzweigstellen-Entlastungsplatte zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen in Bergwerken unter Tage. 36. 239.
Fahrdrahtentlastende Aufhängevorrichtung für elektrische Oberleitungen. 40.
Abschreibungen im Kohlenbergbau. 85.
Verwendung von elektrischen Überhaubohrmaschinen im Steinkohlen- und Kalibergbau. Nach Schantz. 89.
Elektrizität im Bergbau im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411.
Einfluß der Grubenlokomotiven auf die Wetterführung. Nach W. Schulz und A. Kaiser. 610.
Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. 610.
Blendung und Lichtverteilung der tragbaren Grubenleuchte. 610.

Berichtigung. 248. 320. 344. 392. 464. 512. 536.
Beton s. Bauwesen.
Bezugsquellenverzeichnis. 72. 96. 120. 144. 224. 296. 368. 644.
Bibliothek s. Abt. A III, Literatur.

Bildtelegraphie.
Photozellen s. Lichttechnik.
Die Abbildung beim Fernsehen. Nach E. Hudec. 19.
Zur Physiologie des Fernsehens. Nach E. Hudec. 42.
Bildfunkdienst Berlin—New York. 74.
Bildverkehr Niederlande mit Dänemark und Norwegen. 111.
Bildverkehr mit Argentinien. 138.
Bildtelegraphie Deutschland—Frankreich. 407.
Bildtelegraphie zwischen den Niederlanden und europäischen Ländern. 429.
Neue Bildtelegraphen-Verbindungen. 434.
Bildfunk und Fernsehen im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 481.
4. Fernsehausstellung in London. 504.
Ultrakurzwellensender Berlin im Dauerbetrieb. 532.

Digitized by Google

Blei s. Akkumulatoren.
Blinkvorrichtung s. Lichttechnik.
Blitz s. Überspannung.
Blitzlicht s. Lichttechnik, Photographie.
Bogenlampen s. Lichttechnik.

Brand.
Brandursache der „Atlantique". 93.

Bremsen s. Bahnbau.
Brennkraftmaschinen s. Dieselmotoren.
Brennstoff s. Dampfkessel, Energiewirtschaft, Stoffkunde.
Buchbesprechungen s. Abt. A III, Literatur.
Bücherei s. Abt. A III, Literatur.
Bügeleisen s. Wärmetechnik.
Bürsten s. Elektrische Maschinen.

Chemie s. Elektrochemie, Stoffkunde.

Dampfkessel (s. a. Gasreinigung, Meßkunde).
Stand des Dampfkesselbaues. 1.
Kesselüberwachung. 2.
Stand der Kesselfeuerung. 2.
Explosionsunglück im Automobilwerke Renault. 241.
Sinkender Kohlenbedarf der Kraftwerke in V. S. Amerika. 313.
Die neue 22 atü-Dampfkraftanlage des Kraftwerkes Engerthstraße der Wiener städt. Elektrizitätswerke. Nach F. Siedle. 457.
Anheizen und Regeln von Spitzenkesseln für Elektrizitätswerke. E. Praetorius. *499.

Dampfturbinen.
Stand des Dampfturbinenbaues. 3.
Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe. G. v. Gönczy. *279. B. 344.
Die neue 22 atü-Dampfkraftanlage des Kraftwerkes Engerthstraße der Wiener städt. Elektrizitätswerke. Nach F. Siedle. 457.
Bewegung großer Dampfturbinen mit Rücksicht auf Betriebspausen. R. W. Müller. 590.

Dezimalklassifikation. 162.

Dieselmotoren.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. M. Gercke. *97.
Die Kosten dieselelektrischer Arbeit im Bereich von 7,14 bis 12,6 Rpf/kWh. W. Gosebruch. *108.
Der elektrische Schiffsantrieb. 429. B. 536.
Verwendungsmöglichkeit von diesel-elektrischen Lokomotiven. 494.

Drähte s. Leitungen.
Drosselspulen s. Theoretische Elektrotechnik, Überstromschutz.
Druckgasschalter s. Schaltgeräte.
Durchführungen s. Isolatoren.
Durchschlag s. Theoretische Elektrotechnik.
Dynamo s. Elektrische Maschinen.

Echosperrer s. Leitungen.
Einankerumformer s. Elektrische Maschinen.

Einheiten.
Internationale photometrische Einheiten und Normallichtquellen. 381.
Zur Frage der rationalen Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre. J. Wallot. *495.

Eisen s. Magnetismus, Stoffkunde.
Eisenbahnen s. Bahnbau.

Elektrische Maschinen (s. a. Anlasser, Maschinenantrieb, Regelung, Transformatoren).
— **Allgemeines.**
Wirbelstromverluste in massiven schmiedeeisernen Platten und Ringen. Nach C. Fröhlich. 63.
Erwärmungsprobleme. W. Zorn. *104. B. 248.
Verwerfungen im Ständereisen großer Wechselstrommaschinen durch Wärmeausdehnung. Nach K. Bobek. 109.
Auswertung von Wirbelfeldern mit Hilfe von wirbelfreien Feldern. Nach Th. Lehmann. 157.
Verschleißkoeffizient von Kohlebürsten bei zunehmender Abnutzung. 230.
Elektromaschinenbau im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 409.
Die Entwicklung des Elektromaschinen- und Transformatorenbaues in der UdSSR. 453.
Erfahrungen mit einem wasserstoffgekühlten Phasenschieber. Nach C. E. Schnell. 476.
Die Froschbeinwicklung. A. Lewitus. Brf. 535.
— W. Kauders. Brf. 535.
— H. Sequenz. Brf. 535.
Isoliertechnik im Maschinenbau. H. Stach. *563.
Bestimmung des Ankerfeldes einer Maschine aus dem Polradfeld. Nach Th. Lehmann. 634.
— **Gleichstrommaschinen.**
Formen des Kleinstmotors. F. Bunzl-Gecmen. *194.
Regelungsgeschwindigkeit von Gleichstrom-Regelsätzen und Stromwendung des Einankerumformers im Schlupfkreis. M. Zorn. *471.
Isoliertechnik im Maschinenbau. H. Stach. *563.
— **Synchronmaschinen.**
Der Ständerwiderstand und die Drehmomente der Synchronmaschine. Nach M. Schenkel. 15.
Die synchronisierende Leistung großer Wechselstrommaschinen. Nach Rüdenberg. 16.
Ein 115 000 kW-Turbogenerator für 1800 U/min. 84.
Vorgänge beim Kurzschluß eines Synchrongenerators. R. Pohl. *127.
Schutzkappen für Turbogeneratoren aus Isolierstoff. 157.
Getriebeloser Synchron-Kleinmotor für Uhren. Nach T. R. Watts. 183.
Formen des Kleinstmotors. F. Bunzl-Gecmen. *194.
Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe. G. v. Gönczy. *279. B. 344.
Eine neue Synchronisiereinrichtung für Hand- und selbsttätigen Betrieb. H. Heyne. *321.
Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Schnellreserve. H. Nölle. *324.
Stroboskopische Bewegungsbilder. Nach Edgerton. 334.
Versuche über die Vorgänge in der Dämpferwicklung einer Synchronmaschine beim Pendeln. Nach R. Kümmich. 381.
Ersatz einer Erregerspule mit räumlicher Ausdehnung durch eine einzige Wicklung mit unendlich kleinem Querschnitt. Nach Th. Lehmann. 427.
Die Entwicklung des Elektromaschinen- und Transformatorenbaues in der UdSSR. 453.
Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage. W. Heyde. *491.

Elektrische Maschinen.
Anlassen von Synchronmaschinen mit asynchronem Generator (Clarkssches Startverfahren). Nach K. Blaufuß. 588.
Eine Maschine, die ein moduliertes Frequenzband erzeugt. W. Dornig. *623.
Schnellerregung zur Verbesserung des Betriebes von Kraftanlagen. Nach J. T. Woth. 634.
— **Asynchronmaschinen.**
Sollen raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen kompensiert werden? J. Kozisek. *12.
Die kompensierte Einphasen-Asynchronmaschine. Nach E. Bindler. 63.
Formen des Kleinstmotors. F. Bunzl-Gecmen. *194.
Motoren mit Preßgußanker. 208.
Das Stromvektordiagramm des Einphasenmotors mit Kapazität in der Hilfsphase. F. Punga. *304. *347.
Der Einfluß der Schrägstellung der Ankernuten auf die Streuung von Asynchronmaschinen. Nach L. Dreyfus. 333.
Beitrag zur Theorie der doppelt gespeisten Induktionsmaschine. Nach J. Herschdörfer. 404.
Anwendung der Käfigläufermotoren im Bergbau. 411. 412.
Über das Anfahrverhalten des Kurzschlußmotors unter dem Einfluß der Rotoroberfelder. Nach H. Lund. 453.
Das Anlaufdrehmoment des Einphasen-Induktionsmotors mit Hilfsphase. Nach W. Thoma. 528.
Anlassen von Synchronmaschinen mit asynchronem Generator (Clarkssches Startverfahren). Nach K. Blaufuß. 588.
Der im Leerlauf durch selbsterregte asynchrone Erregermaschine übererregte Asynchronmotor. A. Heyland *599.
— **Wechselstrom-Kommutatormaschinen.**
Sollen raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen kompensiert werden? J. Kozisek. *12.
Die kompensierte Einphasen-Asynchronmaschine. Nach E. Bindler. 63.
Die doppelt verkettete Streuung und das Übersetzungsverhältnis bei Einphasen-Kommutatormotoren. Nach J. Herschdörfer. 183.
Formen des Kleinstmotors. F. Bunzl-Gecmen. *194.
Motoren für Haushalt-Nähmaschinen. 218.
Der Einfluß von höheren Harmonischen der Klemmenspannung auf die Betriebseigenschaften des Einphasen-Bahnmotors. K. Töfflinger. *329.
Anlauf von Kleinstmotoren. 441.
Mehrphasige kompensierte Kommutator-Induktionsmotoren. Nach J. J. Rudra. 529.
Der im Leerlauf durch selbsterregte asynchrone Erregermaschine übererregte Asynchronmotor. A. Heyland. *599.
— **Umformer.**
Motorgenerator-Lokomotiven. A. Grabner. *273. *301.
Kurzschlußversuche an Motorgeneratoren. Nach A. M. Hug. 404.
Regelungsgeschwindigkeit von Gleichstrom-Regelsätzen und Stromwendung des Einankerumformers im Schlupfkreis. M. Zorn. *471.
Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage. W. Heyde. *491.

Elektrisierung s. Bahnbau, Energiewirtschaft.

Digitized by Google

Elektrizitätswerke (s. a. Dampfkessel, Dampfturbinen, Dieselmotoren, Energiewirtschaft, Leitungen, Rechtspflege, Regelung, Schaltanlagen, Wasserturbinen).
Ägypten. 44.
Algier. 93.
Amerika. 508. 614.
Andeer-Sils. 93.
Armenien. 20. 113.
Aricher Wiesmoor. 93.
Britisch-Indien. 431. 533.
Charkow. 480.
Deutschland. 20. 31. 93. 235. 577. 597. 638.
Dnjeprostroj. 336.
Dsorages. 113.
Dubrowka. 432.
England. 408. 475.
Groditz. 31.
Heimbach. 20.
Hoover-Talsperre. 614.
Island. 287.
Jugoslawien. 45. 242.
Litauen. 20. 69.
Malay-Staaten. 45.
Mandi. 533.
Memelkraftwerk. 20. 69.
Oberhasli. 533. 587.
Obermaubach. 20.
Ottmachau. 738.
Pykara. 431.
Rion. 432.
Ruby-Talsperre. 508.
Rumänien. 242.
Rußland. 313. 336. 432. 480.
Schweiz. 533. 587.
Severn-Flutwerk. 408. 475.
Splügen-Andeer. 93.
Ulm. 597.
Waldeck. 235.
Würzburg. 577.
— **Anlagen** (Beschreibung und Entwurf).
— — **Wasserkraftwerke.**
Elektrisierung Armeniens. 20.
Memel-Kraftwerk bei Petraschiuna. 20.
Neue Staubecken in der Eifel. 20.
Die neuen Bewässerungsanlagen in Oberägypten. 44.
Kredit beim Bau des Memelkraftwerks. 69.
Die Hinterrhein-Wasserkräfte. 93.
Wasserkraftwerk Dsorages in Armenien. 113.
Pumpspeicherwerk Waldeck (Bringhausen) der Preußenelektra. 235.
Donau-Wasserkräfte. 242.
Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. W. Gosebruch. *307. *327.
Ausnutzung des Wasserkraftwerkes Dnjeprostroj. 336.
Englisches Flutwasserkraftwerk. 408.
Neubauten im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 408.
Kraftwerk Pykara. 431.
Inbetriebsetzung neuer Kraftwerke in der UdSSR. 432.
Das größte Flutkraftprojekt der Welt. 475.
Neues Generatoren- bzw. Turbinenwerk in der UdSSR. 480.
Ruby-Talsperre. 508.
Kraftwerke Oberhasli. 533.
Das Wasserkraftwerk Mandi (Britisch Indien). 533.
Wasserkraftwerk Handeck in Oberhasli (Schweiz). 587.
Stand der Arbeiten an der Hoover-Talsperre. 615.
Oberschlesiens größte Talsperre. 638.
— — **Wärmekraftwerke** (s. a. Dampfkessel, Dampfturbinen, Dieselmotoren).
Die Dampfanlagen der Kraftwerke. F. Ohlmüller. *1.
Wärmefluß und Dampfschaltung in Kraftwerken. 3.
Elektrisierung in Jugoslawien. 45.

Elektrizitätswerke.
Erweiterungen im Auricher Wiesmoor. 93.
Kraftwerk des Hafens von Algier. 93.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. M. Gercke. *97.
Anlage von Dampfkraftwerken. 281.
Wahl des Kraftwerksortes. 283.
Inbetriebsetzung neuer Kraftwerke in der UdSSR. 432.
— — **Verschiedene Kraftwerke.**
Die neue Maschinenschaltanlage des städtischen Elektrizitätswerkes Würzburg. K. Meister. *577.
— **Belastungsverhältnisse.**
Wirtschaftliche Belastung von Kraftwerken. Nach E. Stahl. 138.
Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern. C. Körfer. Vortr. *145.
Pumpspeicherwerk Waldeck (Bringhausen) der Preußenelektra. 235.
Die Elektrizität in norwegischen Haushaltungen. Nach A. Härry. 309.
Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Schnellreserve. H. Nölle. *324.
Akkumulatoren für Spitzendeckung. 409.
Belastungsausgleich in Kraftwerken. A. Schwaiger. *417. B. 512.
Die Belastungsverhältnisse in Chicago. 431.
Anheizen und Regeln von Spitzenkesseln für Elektrizitätswerke. E. Praetorius. *499.
Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit in großen Versorgungsgebieten. 613.
— **Betriebsüberwachung.**
Tätigkeit der Kommandostelle der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG). W. Fleischer. Vortr. *49. *76.
Spannungsregelung und -überwachung im Netz der BEWAG. 78.
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. J. Dalchau. *253.
Meßgeräte für Störungsaufklärung in Hochspannungsnetzen. Nach V. Aigner. 405.
— **Verschiedene technische Betriebsfragen.**
Sollen raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen kompensiert werden? J. Kozisek. *12.
Eigenbedarfsversorgung der Kraftwerke im BEWAG-Netz. 50.
Der Großkondensator als Phasenschieber in Hochspannungsnetzen. Nach J. Stehelin. 529.
— **Geschäftlich-Wirtschaftliches** (s. a. Energiewirtschaft, Rechtspflege und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Erstellungskosten von Kraftwerken. 1.
Die Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft. B. Blau. *13. *85.
Elektrizitätswerke, die eine Monopolstellung innehaben, dürfen die Weiterbelieferung nicht von voller Bezahlung ihrer Forderungen aus früheren Lieferungen abhängig machen. B. Blau. 20.
Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. 91. 506.
Geplante Umorganisation der Landkraftwerke Leipzig AG. Kulkwitz. 93.
Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach (Riss). 93.
Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. M. Gercke. *97.
Die Kosten dieselelektrischer Arbeit im Bereich von 7,14 bis 12,6 Rpf/kWh. W. Gosebruch. *108.

Elektrizitätswerke.
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG., Essen. 113.
Umgruppierung in der mitteldeutschen Elektrizitätswirtschaft. 139.
Verkauf des Elektrizitätswerks Strausberg an die MEW. 187.
Der Stand der elektrischen Küche im In- und Ausland 1932. F. Mörtzsch. *345.
Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit in großen Versorgungsgebieten. 613.
— — **Tarifwesen.**
Die elektrischen Küchen in Römerstadt. 38.
Die Tarifformen. A. G. Arnold. *121.
Wirtschaftlichkeit von Phasenkompensationsanlagen. Nach St. Schwarz. 157.
Der Streit um die Grundgebühr. 187.
Tarife für Strombezug aus dem englischen Hochspannungsnetz. 449.
Der Leistungspreistarif für Kleinabnehmerlieferungen. H. Schäfer. *525.
Ein neuer lastabhängiger Grundgebührentarif für Kleinabnehmer. H. Schulze. 527.
Tarife für die Landwirtschaft. 530.

Elektrizitätswirtschaft s. Energiewirtschaft.
Elektrizitätszähler s. Meßkunde.

Elektrochemie.
Öfen s. Wärmetechnik.
Technisches Anwendungsgebiet für ultraviolettes Licht. Nach E. E. Free u. C. C. Clark. 17.
Das Bullard-Dunn-Verfahren. 220.
Elektrische Reinigung des Trinkwassers in Frankreich. 480.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Elektrokarren s. Automobile.
Elektromagnete s. Magnetismus.
Elektromobile s. Automobile.
Elektrotechnischer Verein s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Elemente.
Das Ätznatron-Element. R. Ziegenberg. *131.

Empfänger s. Funkwesen.

Energiewirtschaft (s. a. Elektrizitätswerke).
— **Wasserwirtschaft.**
Spaniens Kraftwirtschaft. B. Kiesewetter. *57.
Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder. G. Dettmar. *255. *281. *379.
Ausbau der Wasserkräfte in Island. 287.
Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. W. Gosebruch. *307. *327.
Die Elektrizität in norwegischen Haushaltungen. Nach A. Härry. 309.
Zunahme des Anteils der Wasserkraftwerke an der Stromerzeugung der V. S. Amerika. 408.
Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband. 457.
Französische Wasserkraftpolitik. 533.
Ausbau der Wasserkräfte in Nordamerika. 533.
Wasserkraftausbau in Litauen. 591.
— **Wärmewirtschaft.**
Spaniens Kraftwirtschaft. B. Kiesewetter. *57.

Digitized by Google

Energiewirtschaft.
Wirtschaftliche Belastung von Kraftwerken. Nach E. Stahl. 138.
Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern. C. Körfer. Vortr. *145.
Braunkohle und Torf. 162.
Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder. G. Dettmar. *255. *281. *379.
Sinkender Kohlenbedarf der Kraftwerke in V. S. Amerika. 313.
— **Elektrizitätswirtschaft.**
— — **Allgemeines.**
Teiltagung der Weltkraftkonferenz. 186.
Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder. G. Dettmar. *255. *281. *379.
Rundfunk und Stromlieferung. Nach A. Civita. 286.
Die Elektrisierung landwirtschaftlicher Betriebe. W. Gosebruch. *469.
Die Weltkraftkonferenz in Skandinavien. 533.
— — **Deutschland.**
Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1932 (Rückblick des E V). 408.
Die Elektrizitätsbetriebe im Haushalt der Länder. 430.
Bessere Ausnutzung der Wasserkraftwerke und Fernleitungen bei den bayerischen Bahnen. 530.
Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Baden im Jahre 1932. F. Goerg. *601.
Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 91. 506.
Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland. 69. 264. 383. 637.
— — **Übriges Europa.**
Die Elektrisierung der französischen Landwirtschaft mit Hilfe des Staats. 41.
Ansteigen der Stromerzeugung Englands. 44.
Spaniens Kraftwirtschaft. B. Kiesewetter. *57.
Die Versorgung Norwegens mit elektrischer Arbeit für bürgerliche Zwecke. Norberg Schulz. *107.
Portugals Elektrizitätswirtschaft. 162.
Die Elektrizitätswirtschaft Lettlands. A. Upmalis. *233. B. 392.
Die Elektrizität in norwegischen Haushaltungen. Nach A. Härry. 309.
Zur Statistik der Überland-Kraftwerke in der UdSSR. im Jahre 1931. 313.
Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens im Jahre 1931. A. Dikoff. *351.
Stromverbrauch in England. 408.
Stand der Elektrisierung Frankreichs. 431.
Das englische Landesleitungsnetz. P. Frh. v. Stritzl. *448.
Fortschritte der Elektrizitätswirtschaft in Irland. 479.
Elektrizitätserzeugung in Frankreich. 480.
Stromversorgung von Konstantinopel. 508.
— — **Amerika.**
Perak River Hydro-Electric Power Co. 45.
Statistik der Elektrisierung der Landwirtschaft, insbesondere der Farmen, in den Vereinigten Staaten von Amerika. 160.
Amerikanische Industrie zu 81,8% elektrisiert. 381.
Zunahme des Anteils der Wasserkraftwerke an der Stromerzeugung der V. S. Amerika. 408.
Aus der nordamerikanischen Elektrizitätswirtschaft. 431.
Export der Wasserkraftenergie von Kanada nach den V. S. Amerika. 480.
Die Beleuchtung von Wohnungen in den V. S. Amerika. 636.

Energiewirtschaft.
— — **Asien.**
Elektrische Anlagen in Indo-China. 186.
Kraft aus dem Himalaya. 242.
Installierte Leistung der Kraftwerke Chinas. 458.
— — **Afrika.**
Die Elektrisierung Marokkos. 614.

Entstaubung s. Gasreinigung
Erdschlußschutz.
Zur Entwicklung des Netzschutzes. P. v. d. Sterr. *7.

Erdseil s. Überspannungsschutz.
Erfindungsschutz s. Rechtspflege.
Erwärmung s. Elektrische Maschinen, Wärmetechnik.
ETZ s. Abt. A III, Literatur.
Expansionsschalter s. Schaltgeräte.

Fabrik s. Lichttechnik, Maschinenantrieb, Werkstatt und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Fahrleitungen s. Bahnbau.
Fahrtreppe s. Maschinenantrieb.
Fahrzeuge s. Automobile, Bahnbau, Lichttechnik, Schiffahrt.
Fassungen s. Installationswesen.
Felder s. Magnetismus, Theoretische Elektrotechnik.
Fernmeldetechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Leitungen, Verstärkertechnik.
Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen (s. a. Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Technische Akustik, Verstärkertechnik).
— **Allgemeines.**
Dämpfung und Winkelmaß von Vierpolen mit geringen Verlusten. Nach A. Feige u. F. Holzapfel. 42.
Das Fernmeldewesen im 1. Halbjahr 1932. Kölsch. *73.
Zwischenstaatlicher gemischter Ausschuß für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen betreffen. Nach P. Jäger. 137.
Untersuchung der durch Gleichrichter hervorgerufenen Fernsprechstörungen. 137.
Schnell-Fernmeldeverkehr in England. 186.
Der gegenwärtige Stand der Fernsprech-Nebenstellentechnik in der Welt. F. Lubberger. *201.
Die Fernsprech-Versorgung großer Städte. Lubberger. Vortr. u. Bespr. 243.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Die Störspannung und ihre Messung. Nach Ch. Degoumois. 310.
Meldeämter im beschleunigten Fernverkehr. 433.
Untersuchung der Beeinflussung zwischen Starkstrom und Schwachstrom. 434.
Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. Nach H. Feiner. 455.
Das Nebensprechen als Reflexionserscheinung. Nach K. Ohashi. 455.
Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR). A. Čapek. *573. *605. *629.
— **Fernsprechverkehr.**
Grundzüge eines allgemeinen Fernleitungsplans für den Welt-Fernsprechverkehr. Nach H. F. Mayer. 18.
Die Entwicklung des Fernsprechnetzes in Rumänien. 66.

Fernsprechwesen.
Fernsprechverkehr im 1. Halbjahr 1932. 73. 75.
Das staatliche Fernsprechwesen in Dänemark 1931/1932. 90.
Die Neuordnung des internationalen Fernmeldeverkehrs auf den Madrider Konferenzen. H. Gieß. *231.
Die Fernsprech-Versorgung großer Städte. Lubberger. Vortr. u. Bespr. 243.
Das holländische Fernmeldewesen 1931. 311.
Fernsprechwesen in Großbritannien 1932. 311.
Das Fernsprechwesen in den Niederlanden 1931. 383.
Das Fernsprechwesen in Ungarn 1931. 429.
Fernsprechweitverkehr im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 432.
Fernsprechwesen in Deutschland. 591.
— **Fernsprechgeräte** (s. a. Kondensatoren).
Lautsprecher s. Technische Akustik.
Schutzgeräte gegen Knallgeräusche. 137.
Nebenstellen-Kleinstanlagen. 433.
Ein neuer Münzfernsprecher. 455.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
Elektromagnetische Protokollierung von Sitzungen. 613.
Eine Maschine, die ein moduliertes Frequenzband erzeugt. W. Dornig. *623.
— **Selbstanschlußwesen.**
Fernsprech-Wählerbetrieb. Här. 42.
Der gegenwärtige Stand der Fernsprech-Nebenstellentechnik in der Welt. F. Lubberger. *201.
Die Fernsprech-Versorgung großer Städte. Lubberger. Vortr. u. Bespr. 243.
Selbstanschlußtechnik im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 433.
Stromversorgung von Fernsprechämtern. 433.
Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR). A. Čapek. *573. *605. *629.

Fernsteuerung.
Fernbetätigung von Bergwerksmaschinen. 411.

Festigkeit, dielektrische, s. Theoretische Elektrotechnik.
Feuerungen s. Dampfkessel.
Film s. Photographie, Unterricht.
Filter s. Gasreinigung.

Flugwesen.
Flugfunksicherung Frankreich—Großbritannien. 186.
Luftverkehrsbeleuchtung in Amerika. Nach K. W. Mackall, R. W. Cost, D. C. Young. 238.
Flugverkehrsbeleuchtung. 286.
Funktechnik in der Flugzeug-Navigation. 481.

Flutkraftwerke s. Elektrizitätswerke.
Fördermaschinen s. Maschinenantrieb.
Freileitungen s. Leitungen.
Freiluftanlagen s. Schaltanlagen.
Funkenentladung s. Theoretische Elektrotechnik.

Funkwesen (s. a. Bildtelegraphie, Leitungen, Meßkunde, Technische Akustik, Theoretische Elektrotechnik, Verstärkertechnik).
— **Allgemeines.**
Das Fernmeldewesen im 1. Halbjahr 1932. Kölsch. *73.
Zeitansage der deutschen Rundfunksender. 76.
Funkfeuer. 187.

Digitized by Google

Funkwesen.
Peiluntersuchungen mit einem Kathodenoszillographen während der Seereise von England nach Australien. Nach G. H. Munro u. L. G. H. Huxley. 311.
Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampf-Gleichrichter. A. Dennhardt. *419.
Funktechnik im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 480.
Funkpeilung in der Flugzeug-Navigation. 481.
Europäische Funkkonferenz 1933. 508.
Tätigkeitsbericht der französischen Landes-Versuchsanstalt für das Funkwesen über das Jahr 1932. 532.
Der Konzern der Radio Corporation of America. H. Winkler. *585.
Eine Funkübertragung über die ganze Erde. 638.
— **Theorie der Wellenausbreitung.**
Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenzen. A. Clausing. *54.
Weitere Untersuchungen über die Kenelly-Heaviside-Schicht. 74.
Funkwellen in der Stratosphäre. K. Krüger. Brf. 247.
Wellenausbreitung und Schwunderscheinungen. 482.
Strahlung von Antennen unter dem Einfluß der Erdbodeneigenschaften. Nach M. J. O. Strutt. 504.
Ultrakurzwellensender Berlin im Dauerbetrieb. 532.
Wirkung eines magnetischen Feldes auf die Fortpflanzung einer elektromagnetischen Welle in einem ionisierten Medium. Nach G. Todesco. 611.
— **Funkverbindungen.**
Zugtelegraphie in Frankreich. 73.
Deutscher See-Funksprechdienst. 75.
Neue Funksprechverbindungen. 75.
Kurzwellenverbindung Deutschland—Nordamerika. 76.
Mikrostrahlen-Funkverbindung Frankreich—Großbritannien. 186.
Funkverbindungen im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 480. 481.
London—Bombay. 508.
— **Rundfunk.**
Geräte s. Funkgeräte.
Entwicklung des deutschen Rundfunks. 75.
Rundfunk in England. 76.
Rundfunkkommissar Dr. Bredow abberufen. 187.
Verstaatlichung des Rundfunks in Norwegen. 242.
Ausbau des Rundfunkwesens in Brasilien. 242.
Gesetz Rumäniens für störungsfreien Rundfunkempfang. 263.
Rundfunk und Stromlieferung. Nach A. Civita. 286.
Das holländische Fernmeldewesen 1931. 311.
Ausbau des Rundfunkwesens in Lettland. 384.
Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampf-Gleichrichter. A. Dennhardt. *419.
Rundfunkteilnehmer in den V. S. Amerika. 432.
Rundfunkteilnehmer in Deutschland. 458.
Rundfunk im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 481.
Kurzwellenrundfunk. 482.
Rundfunkempfangsstörungen. 482.
Ausbreitung des Rundfunks in Europa. 533.
— **Funkstationen.**
Frankreich. 358.
Goldingen (Kurland). 384.
Madrid. 615.
Modohn (Mittellivland). 384.

Funkwesen.
München. 20.
Toulouse. 358.
Wien. 137. 533.
Zeesen. 75.
Großrundfunksender München. 20.
Änderung des Kurzwellensenders Zeesen. 75.
Richtantennen. 75.
Neue Großsender. 76.
Der neue Großrundfunksender Wien mit Reflektorturm. 137.
Leistungsverhältnisse bei Großsendern. E. Schulze-Herringen. Brf. 164. — U. Steudel. Brf. 164.
Neue Sender im Ausland. 242.
Errichtung chinesischer Sende- und Empfangstationen. 314.
Rundfunksender Toulouse. 358.
Bordpeilgeräte und Kleinstationen auf Flugzeugen. 481.
Ultrakurzwellensender Berlin im Dauerbetrieb. 532.
Der neue Wiener Großsender. 533.
Neuer Sender für Madrid. 615.
— **Funkgeräte.**
Die Funkindustrie in der Saison 1932/33. Betrachtungen über Typenzahlen, Preise und Absatzmöglichkeiten. H. Menzl. *25.
Verzerrungen bei der Modulation mittels Eisendrossel, untersucht am Maschinensender. Nach Pohontsch. 382.
Die Detektorwirkung beim Empfang ultrakurzer Wellen. Nach N. Carrara. 407.
Entwicklung der Rundfunkempfänger im Jahre 1932. 481.
Entwicklung der Rundfunksender im Jahre 1932. 482.
Senderohr für Dezimeterwellen. 483.
Kurzwellige Schwingungen in magnetischen Feldern. Nach A. A. Slutzkin u. D. S. Steinberg. 504.
Radioröhren ohne Glas. 532.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
Hexoden, eine neue Art von Empfängerröhren. 611.
Die Verwirklichung des Rundfunk-Volksempfängers. 638.

Galvanometer s. Meßkunde.
Gärtnerei s. Landwirtschaft.
Gasentladung s. Theoretische Elektrotechnik.
Gasentladungslampen s. Lichttechnik.

Gasreinigung.
Die nasse Entstaubung von Rauchgasen. 228.
Einfluß der Rohgaseigenschaften auf die elektrische Hochofengas-Reinigung. Nach K. Guthmann. 241.

Geldwirtschaft (s. a. Abt. A V).
Die Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft. B. Blau. *13. *85.
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG., Essen. 113.
Die allgemeine graphische Kostenauflösung bei der Durchschnittskalkulation. M. Wolf. *178.

Generatoren s. Elektrische Maschinen.
Geräuschspannungen s. Fernsprechwesen, Meßkunde.
Geschäftliche Mitteilungen s. Abt. A V.

Geschichte (s. a. Unterricht und Abt. A II ··· V).
50 Jahre elektrische Beleuchtung auf Lloyd-Dampfern. 310.
50 Jahre AEG. F. Ferrari. *369.
Der elektrische Schiffsantrieb. 429. B. 536.
30 Jahre Telefunken. 508.

Gesetze s. Rechtspflege.
Gewerblicher Rechtsschutz s. Rechtspflege.
Gewitter s. Überspannung.

Gleichrichter (u. and. Stromrichter).
— **Quecksilberdampf-Gleichrichter.**
Selbsttätiger Gleichrichterbetrieb im Wiener Burgtheater. H. v. Bertele. *371.
Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampf-Gleichrichter. A. Dennhardt. *419.
Gleichrichter zum Laden von Elektrokarren. 453.
— **Glühkathoden-Gleichrichter.**
Entwicklung der Glühkathoden-Gleichrichter im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 410.
— **Trocken-Gleichrichter.**
Gleichrichter auf der Leipziger Messe. 441.
Gleichrichter zum Laden von Elektrokarren. 453.
— **Verschiedene Gleichrichter.**
Mehrphasige Schaltungen für Lichtbogen-Stromrichter nach Marx. Nach W. Böhlau. 158.
Probebetrieb eines Lichtbogenventils für große Durchgangsleistung im Kraftwerk Zschornewitz der Elektrowerke AG. Die neueste Entwicklung dieser dieser Ventile. Erw. Marx. *396.
Edelgas-Entladungsröhren. Nach M. Abadie. 612.
— **Steuerung von Stromrichtern.**
Umstellung bestehender Quecksilberdampf-Glasgleichrichter-Anlagen auf die Verwendung gittergesteuerter Glaskörper. H. Fröndt. *197.
Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenstrom-Umformung mit Gleich- und Wechselrichtern. Nach R. Feinberg. 261.
Spannungsregler mit Argonröhre. Nach H. W. Dodge u. C. H. Willis. 262.
Entwicklung steuerbarer Gleichrichter im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 409.
Gleichrichter auf der Leipziger Messe. 441.

Gleichungen s. Magnetismus.
Gleislose Bahnen s. Bahnbau.
Gleitentladung s. Theoretische Elektrotechnik.
Glimmlampen s. Lichttechnik.
Glimmverluste s. Leitungen.
Glühlampen s. Lichttechnik und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Glühöfen s. Wärmetechnik.
Grube s. Bahnbau, Bergbau.
Gutachtertätigkeit von Hochschullehrern. 615.

Härtung s. Wärmetechnik, Werkstatt.
Hausanschlußkästen s. Leitungen.
Haus der Technik, Essen, s. Unterricht.
Haushalt s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Installationswesen, Lichttechnik, Maschinenantrieb, Wärmetechnik.
Hebezeuge s. Maschinenantrieb.
Heizung s. Wärmetechnik.
Herde s. Wärmetechnik.
Hochbau s. Bauwesen.
Hochfrequenz s. Bildtelegraphie, Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Meßkunde, Theoretische Elektrotechnik, Verstärkertechnik.

Hochfrequenztelephonie.
Hochfrequenztelephonie auf der Strecke Berlin—Moskau. 74.
Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie. 433.

Digitized by Google

Hochofen s. Gasreinigung, Wärmetechnik.
Hochschulen s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.
Hochspannung s. Isolatoren, Leitungen, Meßkunde, Schaltgeräte, Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.
Höhensonne s. Lichttechnik.
Holzbearbeitung s. Maschinenantrieb.
Hütte s. Gasreinigung.
Hygiene s. Medizin.

Industrie s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.

Installationswesen (s. a. Schaltgeräte).
Sicherungen s. Überstromschutz.
Abzweigstellen-Entlastungsplatte zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen in Bergwerken unter Tage. 36. 239.
Porzellan-Einführungsköpfe für bleikabelähnliche Leitungen. 40.
Federnde Fassungen — ein wirksamer Glühlampenschutz. 215.
Erzeugnisse der Firma Christian Geyer G. m. b. H. 218.
Neues Installationsmaterial. 218.
Klemmen und Abzweigdosen. 218.
Neuer Wandstecker. 239.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsverfahren im Elektro-Installationsgewerbe. P. Schickhardt. Vortr. *276.
Rohrdrahtinstallation. 336.
Installationstechnik im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411.
Verkauf von Installationsmaterial. 432.
Installationsmaterial in England. 524.
Die Isolierstoffe in der Installationstechnik. A. Hermanni. *567.

Institute s. Prüfämter.

Isolatoren (s. a. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik).
Fahrdrahtentlastende Aufhängevorrichtung für elektrische Oberleitungen. 40.
Überschlag-Feldstärke von Isolatoren. Nach H. Ritz. 42.
Einrohr-Durchführungen. J. Wallich. 207.
Absuchen von Mittelspannungs-Freileitungen nach Isolatoren mit Haarrissen. 207.
Zur Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in Mittelspannungsnetzen. Har. Müller. *225.
Das Verhalten der Isolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Ablaufs. Nach Har. Müller. 236. 430.
Isolierung von Hochspannungsleitungen in der Nähe des Meeres. 355.
Öl-Kondensator-Durchführung für 220 kV. A. Imhof. Brf. 438.
— W. Hüter. Brf. 439.
Bestimmung der Feldverteilung an Hochspannungsisolatoren. Nach O. Steels u. G. Maryssael. 505.
Berichte über Isolatoren auf der Internationalen Hochspannungskonferenz, Paris 1931. 527.
Über die Materialfestigkeit von keramischen Isolatoren bei elektrischer Stoßbeanspruchung. 560.
Das Porzellan im Bau von Freileitungen und Schaltanlagen. W. Weicker. *565.
Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österr. Bundesbahnen. Motor Columbus. Brf. 595.

Isolierstoffe s. Isolatoren, Leitungen, Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
solierte Leitungen s. Leitungen

Jahresversammlungen s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Jubiläum s. Geschichte, Unterricht, Abt. A II, A IV u. A V.

Kabel s. Leitungen.
Kalkulation s. Geldwirtschaft.
Kälteerzeugung s. Wärmetechnik.
Kapazität s. Kondensatoren.
Kapital s. Elektrizitätswerke, Geldwirtschaft u. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.

Karten.
Übersichtsplan über die spanischen Elektrizitätskonzerne. 57.
Karte der Elektrizitätsversorgung Bulgariens. 353.
Karte der deutschen Hochspannungsleitungen, bezeichnet nach dem Leitungsmaterial. 403.
Karte der schwedischen Bahnen. 474.
Karte der elektrisierten Fernbahnen Süddeutschland. 597.
Karte der Höchstspannungsleitungen Badens. 602.

Kathodenstrahl-Oszillograph s. Meßkunde.
Kessel s. Dampfkessel.
Klemmen s. Installationswesen.
Kochgeräte s. Wärmetechnik.
Kohle s. Dampfkessel, Energiewirtschaft, Stoffkunde.
Kohlebürsten s. Elektrische Maschinen.
Kokerei s. Bahnbau, Energiewirtschaft, Maschinenantrieb, Wärmetechnik.
Kommissionen des VDE s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Kommutator s. Elektrische Maschinen.
Kompensator s. Meßkunde.

Kondensatoren (s. a. Isolatoren).
Wirtschaftliche Entnahme kleiner Leistungen aus dem Hochspannungsnetz. Nach H. Brooks. 15.
Durchmessernormung bei Rollen für Papier- und Aluminiumfolien. 161.
Luftkondensatoren für Hochspannungs-Meßzwecke. Nach B. G. Churcher u. C. Dannatt. 285.
Kapazitive Kopplung bei einer Synchronisiereinrichtung. 321.
Hochspannungskondensatoren. 442.
Naphtalinwachs für Fernsprechkondensatoren. 483.
Der Großkondensator als Phasenschieber in Hochspannungsnetzen. Nach J. Stehelin. 529.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren. L. Rohde u. W. Schlegelmilch. *580.
Reihenkondensator und Spannungskleinregler in Niederspannungsnetzen. R. Hintze. *621.

Kongresse (s. a. Abt. A IV, Vereinsnachrichten).
Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz. 94.
7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz. 114.
Zwischenstaatlicher gemischter Ausschuß für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen betreffen. Nach P. Jäger. 137.
Bericht von der Sondertagung über Blitzschutzfragen. 161.
Teiltagung der Weltkraft-Konferenz. 186.
Die Tagung der A- u. Z-Stelle. 457.
Europäische Funkkonferenz 1933. 508.
Berichte über Isolatoren auf der Internationalen Hochspannungskonferenz, Paris 1931. 527.

Kongresse.
Die Weltkraftkonferenz in Skandinavien. 533.
7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris vom 16. ... 24. VI. 1933. 591.

Kontakte s. Schaltgeräte.
Kopplung s. Kondensatoren.
Koronaverluste s. Leitungen.
Kraftübertragung s. Leitungen.
Kraftwagen s. Automobile.
Kraftwirtschaft s. Energiewirtschaft.
Kran s. Maschinenantrieb.
Kreisel s. Schiffahrt.
Krematorium s. Wärmetechnik.
Küche s. Wärmetechnik.
Kühlschränke s. Wärmetechnik.
Kunstharz s. Stoffkunde.
Kupfer s. Leitungen, Stoffkunde und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Kupplung s. Maschinenantrieb.
Kurzschluß s. Überstrom.
Kurzschlußbremse s. Bahnbau.

Laboratorium s. Prüfeinrichtung.
Lampen s. Lichttechnik.

Landwirtschaft.
Loshack- und Aufladem aschine. 18.
Die Elektrisierung der französischen Landwirtschaft mit Hilfe des Staats. 41.
Statistik der Elektrisierung der Landwirtschaft, insbesondere der Farmen, in den Vereinigten-Staaten von Amerika. 160.
Elektrische Bodenheizung in den V. S. Amerika. 357.
Die Elektrisierung landwirtschaftlicher Betriebe. W. Gosebruch. *469.
39. Deutsche Landwirtschaftliche Wander-Ausstellung der D. L. G. Przygode. 530.

Lautsprecher s. Technische Akustik.
Lehranstalten s. Unterricht u. Abt. A II, Persönliches.
Lehrmittel s. Unterricht.
Leistungsfaktor s. Elektrizitätswerke, Elektrische Maschinen, Kondensatoren, Meßkunde.
Leitfähigkeit s. Meßkunde, Theoretische Elektrotechnik.

Leitungen.
— Allgemeines.
Das Primärmaschennetz für Gebiete mittlerer Belastung. Nach R. M. Stanley u. C. F. Sinclair. 133.
Verteilungsnetze in wenig entwickelten Ländern. 283.
Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. 403.
Das englische Landesleitungsnetz. P. Frh. v. Stritzl. *448.
Reihenkondensator und Spannungskleinregler in Niederspannungsnetzen. R. Hintze. *621.
— Elektr. Leitungs- u. Netzberechnung.
Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenezn. A. Clausing. *54.
Näherungsverfahren zur Berechnung von Fernkraftübertragungen. Nach A. v. Timascheff. 133.
Messung von Koronaverlusten an einer Drehstromleitung. K. Potthoff. *169.
Die allgemeine graphische Kostenauflösung bei der Durchschnittskalkulation. M. Wolf. *178.
Die Umgestaltung von Wanderwellen durch Koronaverluste. F. Voerste. *452.
Mechanische Modelle zur Untersuchung von elektrischen Stabilitätsfragen. Nach M. Darrieus. 456.

Digitized by Google

Leitungen.
Koronamessungen für Leitungen zwischen 220 und 330 kV. Nach J. S. Carroll u. B. Cozzens. 589.
Berechnung des Spannungsverlustes unter Berücksichtigung der Selbstinduktion der Leitung. Nach W. Keller. 634.
— **Freileitungen** (s. a. Isolatoren).
Fahrleitungen s. Bahnbau.
Wirtschaftliche Entnahme kleiner Leistungen aus dem Hochspannungsnetz. Nach H. Brooks. 15.
Die elektrische Rauhreif-Abheizung von Freileitungen. K. Halbach. *33.
Die neuen Bewässerungsanlagen in Oberägypten. 44.
Erdunsymmetrien bei Fernsprech-Freileitungen. 137.
Kreuzungen von Fernsprechleitungen mit Höchstspannungsleitungen. 137.
Meßgerät für Freileitungsbau. P. Bischoff. 156.
180 km neue Hochspannungsleitung nach Mecklenburg. 162.
Absuchen von Mittelspannungs-Freileitungen nach Isolatoren mit Haarrissen. 207.
Grenzspannweiten bei Starkstromkreuzungen. F. Besser. *397. *446.
Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. 403.
Der elektrowirtschaftliche Zusammenschluß Mecklenburg—Brandenburg. 458.
Neue 60 kV-Leitung in Ostpreußen. 458.
Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang. Nach E. E. George u. W. R. Brownlee. 476.
Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Seilschwingungen. H. Schmitt u. P. Behrens. Vortr. *603.
— **Maste.**
Neue Pfahlgründung im Freileitungsbau. Nach Th. Müller. 87.
Rohrförmige Traversen für Holzmaste. Nach Harber. 252.
Imprägnierverfahren für Holzmaste. 261.
Beurteilung zweier neuer Kyanisierungsarten nach mykologischer Methode. Laboratorium für Holzkonservierung der Rüttgerswerke-Aktiengesellschaft. Brf. 270.
— Liese. Brf. 270.
Rohrmaste. H. Rixe. 333.
Verbrauch von Holzmasten in den V. S. Amerika. 431.
— **Kabel, Allgemeines.**
Beitrag zur Kenntnis der Bleikabelzerstörungen. W. Zwieg. *154.
Vergußmassen für Kabelzubehörteile und ihre Aufgaben. E. Kirch. *557.
Die Verlegung von 800 km bandarmierten Fernsprechkabeln mit einem Pflug. Nach C. W. Nystrom. 609.
— **Starkstromkabel.**
Eisen- und Rückstromverluste in wechselstromgespeisten Einphasenkabeln. Nach K. Gocht. 158.
Verbindungsmuffen für Adervertauschung. 207.
Neue Kabel-Hausanschlußkästen. 218.
Öldruckbehälter für Erdkabel. Nach T. C. Aitchison. 285.
Die Herabsetzung der Isolationsstärke von Kabeln. Nach D. W. Roper. 285.
Die Verlegung eines Dreimantel-Drehstromkabels für 60 000 V durch den Alsensund. 333.
Unsymmetrisch verseilte Vierleiter-Starkstromkabel mit runden Leitern. H. Müller. 400.
Öl- und Druckkabel. 408. 409.
Kabelverlegung in der amerikanischen und europäischen Praxis. 528.

Leitungen.
Kabel mit Armierung aus Fiberband. 528.
Ölkabel. Nach F. Schrottke. 633.
Die Wärmeableitung in Dreileiterkabeln unrunden Querschnitts. Nach L. Tschiassny. 636.
— **Fernmeldekabel.**
Neue Seekabellinien. 74.
Verkleinerung der Pupinspulen. 74.
Beseitigung von Unsymmetrien in Fernkabeln. 74.
Erweiterung des deutschen Fernkabelnetzes. 75.
Das neue Kabel Key West—Havanna 1930 bis 1931. C. Traugott. *101.
Zwischenstaatlicher gemischter Ausschuß für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen betreffen. Nach P. Jäger. 137.
Beitrag zur Kenntnis der Bleikabelzerstörungen. W. Zwieg. *154.
Neues Telegraphenkabel Marseille—Oran. 186.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Österreichisches Projekt eines Fernkabels nach Passau. 287.
Die englischen Fernsprechkabel-Verbindungen mit dem europäischen Festland. 335.
Deutsches Fernkabelnetz im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 432.
Verkleinerung der Fernkabel-Pupinspulen. 433.
Materialien für Pupinspulenkerne. 433.
Grenzfrequenz der pupinisierten Kabelleitungen. 433.
Zusammenwirken mehrerer Echosperrer. 433.
Seekabeltelegraphie im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 434.
Pupinspulen mit Kernen aus Isopermblech oder -band. Nach H. Jordan, Th. Volk u. R. Goldschmidt. 477.
Rundfunk-Leitungsnetz. 482.
Die Verlegung von 800 km bandarmierten Fernsprechkabeln mit einem Pflug. Nach C. W. Nystrom. 609.
Eine Maschine, die ein moduliertes Frequenzband erzeugt. W. Dornig. *623.
— **Isolierte Leitungen.**
Gummi, Guttapercha und Balata als Isolierstoffe in der Elektrotechnik. E. Badum. *540.

Leitungs-Omnibus s. Bahnbau.
Leuchten s. Lichttechnik.
Leuchtröhren s. Lichttechnik.
Lichtbogen s. Lichttechnik, Theoretische Elektrotechnik.

Lichttechnik.
— **Allgemeines.**
Technisches Anwendungsgebiet für ultraviolettes Licht. Nach E. E. Free u. C. C. Clark. 17.
Fortschritte im Beleuchtungswesen Amerikas im Jahre 1932. 286.
Strahlenschau 1934 in München. 336. 613.
Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts. L. Bloch. Vortr. *393. *423.
Das Flimmern von Glühlampen bei Wechselstrom. Nach W. Arndt. 454.
Angleichung der Spektralempfindlichkeit von Photozellen an die des menschlichen Auges. Nach A. Dresler. 476.
Die lichttechnischen Eigenschaften von Blitzlichtern. Nach A. Dresler. 530.

Lichttechnik.
— **Lichtmessung.**
Zur Messung der Ultraviolett-Lichtquellen Nach M. Luckiesh, C. H. Sharp u. W. F. Little, A. H. Taylor u. L. L. Holladay. 17.
Ein thermoelektrisches Reversions-Kugelaktinometer. Nach M. Robitzsch. 238.
Internationale photometrische Einheiten und Normallichtquellen. 381.
Lichtmessung im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411.
Subjektive und objektive Photometrie. 423.
— **Photozellen.**
Verwendung von Photozellen bei einer Synchronisiereinrichtung. 321.
Die Photozelle in der Lichtmessung. 411.
Photozellen zur objektiven Photometrie. 423.
Angleichung der Spektralempfindlichkeit von Photozellen an die des menschlichen Auges. Nach A. Dresler. 476.
— **Ultraviolett-Strahlung.**
Technisches Anwendungsgebiet für ultraviolettes Licht. Nach E. E. Free u. C. C. Clark. 17.
Zur Messung der Ultraviolett-Lichtquellen Nach M. Luckiesh, C. H. Sharp u. W. F. Little, A. H. Taylor u. L. L. Holladay. 17.
Kohlebogen und Sonnenstrahlung. Nach C. E. Greider u. A. C. Downes. 109.
Neue Wege in der Herstellung von Höhensonnen. 217.
Ultraviolette Strahlung. 286.
Ultraviolett-Lichtquellen für Allgemeinbeleuchtung. Nach A. B. Oday u. L. C. Porter. 610.
— **Bogenlampen.**
Kohlebogen und Sonnenstrahlung. Nach C. E. Greider u. A. C. Downes. 109.
— **Glühlampen** (s. a. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Adsorptionsvorgänge von Metallen an metallischen Oberflächen (Cäsium an glühenden Wolframdrähten). Nach I. Langmuir. 126.
Neue Glühlampen. 216.
Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Ein Beitrag zu Technik und Recht. B. Blau. 406.
Das Flimmern von Glühlampen bei Wechselstrom. Nach W. Arndt. 454.
Ultraviolett-Lichtquellen für Allgemeinbeleuchtung. Nach A. B. Oday u. L. C. Porter. 610.
Neue Bauweise für Glühlampen hoher Leistungsaufnahme. Nach D. K. Wright. 635.
— **Glimm- u. and. Gasentladungslampen.**
Neue Wege in der Herstellung von Höhensonnen. 217.
Neue Lichtquellen. 286.
Linestra-Röhren. 334.
Leuchtröhren im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 410.
Eine einfache Neonröhre als Scheitelwertmesser für Hochspannung. Nach L. E. Ryall. 454.
Edelgas-Entladungsröhren. Nach M. Abadie. 612.
— **Beleuchtungskörper.**
Blinkende Lampen ohne Schalter. Nach C. G. Suits. 38.
Uhrzeiger-Verkehrsampel mit beleuchtetem Zeiger. 159.
Straßenbeleuchtung mit neuzeitlichen elektrischen Geleuchten. Nach R. Busquet. 184.
Handleuchte aus Isolierstoff. 215.
Großflächenleuchte für Straßenbeleuchtung. 262.

Digitized by Google

Lichttechnik.
Kinoprojektion. 286
Lichtsignal-Ampel. 300.
Linestra-Röhren. 334.
Wolkenschriftapparat. 355.
Nitraphotlampe für 200 W und elektr. Blitzlampen. 410.
Leuchten unter Tage. 411.
Theater-Oberleuchten. Nach E. B. Kirk. 588.
Blendung und Lichtverteilung der tragbaren Grubenleuchte. 610.
— **Außenbeleuchtung.**
Beleuchtung des Welland-Kanals. Nach R. M. Love, M. B. Hastings u. G. F. Mudget. 64.
Luftverkehrsbeleuchtung in Amerika. Nach K. W. Mackall, R. W. Cost, D. C. Young. 238.
Beleuchtung im Freien. 286.
Flugverkehrsbeleuchtung. 286.
Straßenbeleuchtung. 286.
Der wirtschaftliche Wert guter Straßenbeleuchtung. Nach F. C. Caldwell. 503.
— **Innenbeleuchtung.**
Die Beleuchtung von Wohnungen in den V. S. Amerika. 636.
— **Fahrzeugbeleuchtung.**
Kraftfahrzeug-Beleuchtung. 286.
Kraftfahrzeugbeleuchtung auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. F. Born. 300.
50 Jahre elektrische Beleuchtung auf Lloyd-Dampfern. 310.
— **Reklamebeleuchtung.**
Wolkenschrift. 38. 355.
Blinkende Lampen ohne Schalter. Nach C. G. Suits. 38.
Das Bayer-Kreuz in Leverkusen. 242.

Literatur s. Abt. A III.
Lokomotiven s. Bahnbau.
Löten s. Wärmetechnik.
Luftfahrt s. Flugwesen.

Magnetismus (s. a. Meßkunde).
Härtung von Metallen durch rotierende magnetische Felder. Nach E. G. Herbert. 67.
Elektromagnetische Formmaschine. 112.
Auswertung von Wirbelfeldern mit Hilfe von wirbelfreien Feldern. Nach Th. Lehmann. 157.
Untersuchung der Induktion von Eisen beim Zugversuch. Nach F. Schmidt. 160.
Geräuschlos arbeitende Aufzugsapparate. 219.
Leistung des Fahy-Simplex-Permeameters. Nach R. L. Sanford. 286.
Methode zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit von Blechen. Nach E. Schramkow u. B. Janowsky. 309.
Ersatz einer Erregerspule mit räumlicher Ausdehnung durch eine einzige Wicklung mit unendlich kleinem Querschnitt. Nach Th. Lehmann. 427.
Magnetische Eigenschaften von Materialien für Pupinspulenkerne. 433.
Entmagnetisierungsfaktor verschiedener Probeformen. Nach H. Lange. 478.
Magnetisierung und Alterung von Dauermagneten. Nach E. Schramkow u. B. Janowsky. 478.
Zur Frage der rationalen Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre. J. Wallot. *495.

Maschinen s. Dampfturbinen, Dieselmotoren, Elektrische Maschinen, Maschinenantrieb, Werkstatt.

Maschinenantrieb (s. a. Bahnbau, Elektrische Maschinen, Magnetismus, Schiffahrt, Wasserturbinen).
— **Allgemeines.**
Drehmomentkupplung für Elektroantriebe. Nach M. Gaze. 584.
— **Hebezeuge.**
Umstellung mit Gleichstrom betriebener Aufzüge auf Drehstrom. Nach O. Heyl. 37.
Die Stromart von Kaikränen. Nach H. Neumann. 185.
Geräuschlos arbeitende Aufzugsapparate. 219.
Selbsttätige Fahrtreppe. 356.
Hauptschacht-Fördermaschinen im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 412.
Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen. C. Beckmann. Vortr. *465.
— **Bergbau.**
Elektrische Streckenvortriebsmaschinen. 17.
Verwendung von elektrischen Überhaubohrmaschinen im Steinkohlen- und Kalibergbau. Nach Schantz. 89.
Maschinenantrieb im Bergbau im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411. 412.
Fernbetätigung von Bergwerksmaschinen. 411.
— **Werkzeugmaschinen (u. Werkzeuge).**
Neuerungen an Elektro-Kühlmittelpumpen für Werkzeugmaschinen. 219.
Vollselbsttätige Antriebe bei Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinen. 236.
Vielseitige Verwendbarkeit von Werkstattmaschinen im Elektro-Installationsgewerbe. 276.
Neue Werkzeugmaschinen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933. 489.
Elektrowerkzeuge. 490.
Motorische Spannvorrichtung. 490.
— **Haushalt und Kleingewerbe.**
Formen des Kleinstmotors. F. Bunzl-Gecmen. *194.
Eine heizbare Waschmaschine. 217.
Motoren für Haushalt-Nähmaschinen. 218. 490.
Die Rasiermaschine. 219.
Neue Waschmaschinen. 442.
Elektrische Waschmaschinen. 531.
— **Verschiedene Antriebe.**
Loshack- und Aufladem aschine. 18.
Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern. C. Körfer. Vortr. *145.
Der Bandventilator. 217.
Neuerungen an Elektrokühlmittelpumpen für Werkzeugmaschinen. 219.
Die Elektrisierung landwirtschaftlicher Betriebe. W. Gosebruch. *469.
Siwag-Ventilator. 589.

Maste s. Leitungen.
Mastschalter s. Schaltgeräte.
Materialkunde s. Stoffkunde.

Mathematik.
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. J. Dalchau. *253.
Gaußsches Fehlergesetz zur Ermittlung des Belastungsausgleichs in Kraftwerken. 417.

Medizin.
Technische Anwendungsgebiete für ultraviolettes Licht. Nach E. E. Free u. C. C. Clark. 17.
Der Röntgenbildtonfilm. H. Grosse. *177.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Lichttechnik, Prüfeinrichtungen).
— **Allgemeines.**
Über Verlustleistungslinien. G. Hauffe. 30.
Einrichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Eichung von Meßgeräten für die Feststellung von mechanischen Bewegungen. R. Bernhard u. A. Kammerer. *257.
Meßtechnik auf der Leipziger Messe. 442.
Englische Meßgeräte. 524.
— **Strom-, Spannungs-, Leistungsmessung.**
Der Einfluß der Wandlerfehler auf die Genauigkeit bei Leistungsmessungen. H. Vahl. *29.
Stroboskopische Vorrichtung zum Oszillographen und ihre Anwendung zur Untersuchung der Stromverdrängung. Nach A. Moskwitin. 38.
Vibrationsgalvanometer mit weitgehender Frequenzunabhängigkeit. Nach W. Meißner u. U. Adelsberger. 134.
Der Verlauf des elektrischen Feldes in Elektronenröhren, gemessen im elektrolytischen Trog. H. Barkhausen u. J. v. Brück. *175.
Die Störspannung und ihre Messung. Nach Ch. Degoumois. 310.
Meßgeräte für Störungsaufklärung in Hochspannungsnetzen. Nach V. Aigner. 405.
Ein Oberwellen-Voltmeter. Nach Oetker. 405.
Gleichrichterinstrumente für Laboratoriumsmessungen. 410.
Ein praktisches elektrisches Meßgerät mit Meßbereichwahl durch Drehschalter. 454.
Ein Widerstand für die Messung großer Gleichströme. Nach E. H. Rayner. 475.
Astatische Präzisions-Meßinstrumente für Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung. 475.
Wattmeter für Hörfrequenz. Nach E. Asch. 503.
Zangenstrommesser mit auswechselbarem Meßsystem. 524.
Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren. L. Rohde u. W. Schlegelmilch. *580.
Messung starker Gleichströme. Nach P. Gonnard. 635.
— — **Oszillographen.**
Stroboskopische Vorrichtung zum Oszillographen und ihre Anwendung zur Untersuchung der Stromverdrängung. Nach A. Moskwitin. 38.
Ein neuer Schleifenoszillograph. Nach J. Vassillière Arlhag. 134.
Einige Beobachtungen beim Oszillographieren. J. Lončar. *522.
— — **Registriergeräte.**
Der Siemens-Kompensograph. 215.
Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. J. Dalchau. *253.
Einiges über Antriebswerke schreibender Meßgeräte. J. Baltzer. *377.
Neuerungen an Registriergeräten. 491.
— — **Messung hoher Spannungen.**
Meßgeräte für Blitzmessungen. Nach C. M. Foust. 16.
Die Bestimmung der Hochspannung bei Verlustfaktormessungen mit der Brücke. H. Schering u. H. Brülle. *51.
Luftkondensatoren für Hochspannungs-Meßzwecke. Nach B. G. Churcher u. C. Dannatt. 285.
Eine einfache Neonröhre als Scheitelwertmesser für Hochspannung. Nach L. E. Ryall. 454.

Digitized by Google

Meßkunde.
Messung hoher Spannungen. 527.
Untersuchungen über die Wirkungsweise des Klydonographen. E. Wilkinson. *627.
— **Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler).**
Prüfungen und Beglaubigungen s. Prüfämter.
Meßeinrichtung für den Wirk- oder Blindverbrauch. 88.
Neues Verfahren zur eindeutigen Ermittlung des Höchstverbrauchs. W. Stern. 213.
Neuer überlastbarer Wechselstromzähler. 237.
Unterlager für Elektrizitätszähler und Lagerprüfeinrichtung. P. May. *349.
Falschmessungen in Drehstromanlagen bei ungleicher Belastung beliebiger Art. R. Gröber. *443.
Summenzähler. 450.
— **Widerstandsmessung.**
Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenzen. A. Clausing. *54.
Messung der Leitfähigkeit des Erdbodens. 137.
Neuer Erdungsmesser. 213.
Widerstands- und Isolationsmesser. 524.
Der technische Kompensator. 609.
— **Frequenzmessung.**
Ein Gerät zum Messen des Frequenzspektrums von Rundfunkstörern. W. Wild. *149. *172.
— **Verschiedene elektrische Größen.**
Messung des störenden Einflusses der Starkstromanlagen auf Fernmeldeleitungen. 137.
Objektive Geräuschspannungsmessung. 137.
— **Magnetische Messungen.**
Ausmessung magnetischer Felder mit Elektronenstrahlen. Nach E. Brüche. 285.
Leistung des Fahy-Simplex-Permeameters. Nach R. L. Sanford. 286.
Methode zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit von Blechen. Nach E. Schramkow u. B. Janowsky. 309.
— **Schlüpfungsmessung.**
Stroboskopische Bewegungsbilder. Nach Edgerton. 334.
Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen. W. Geyger. Brf. 342.
— E. Kosack. Brf. 342.
— **Zeitmessung.**
Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. W. Späth. *10.
Ein funkenfreier Synchronisierapparat für Nach- und Voreilen. Nach H. Bock. 63.
Getriebeloser Synchron-Kleinmotor für Uhren. Nach T. R. Watts. 183.
— **Temperatur- u. and. wärmetechnische Messungen.**
Kesselhaus-Meßwesen. 2.
Neue Edelmetall-Thermoelemente für sehr hohe Temperaturen. O. Feußner. *155.
Der Siemens-Kompensograph. 215.
Temperaturmessung und -regelung in metallurgischen Öfen. Nach F. Kofler u. G. Schefels. 427.
Wärmetechnische Meßgeräte. 524.
Betriebsmäßige Nachprüfung von Thermoelementen. 609.
— **Schallmessungen.**
Geräuschmessung — Geräuschbekämpfung. 428.

Meßkunde.
Selbsttätige Nachhallmessung. Nach E. Meyer. 285.
— **Verschiedene nichtelektrische Größen.**
Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. W. Späth. *10.
Das Siccometer. Nach H. Carsten u. C. H. Walter. 109.
Meßgerät für Freileitungsbau. P. Bischoff. 156.
Piezoelektrische Messungen mechanischer Größen. Nach J. Kluge u. H. E. Linckh. 158.
Einrichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Eichung von Meßgeräten für die Feststellung von mechanischen Bewegungen. R. Bernhard u. A. Kammerer. *257.
Impuls-Schnellzählrelais. 405.
Elektrische Messung mechanischer Größen. 410.
Elektromagnetischer Vibrograph. Nach F. Sieber. 428.
Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage. W. Heyde. *491.
Tragbarer Vibrograph. 525.

Meßwandler s. Transformatoren.
Metalle s. Stoffkunde.
Metallpreise s. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Molkerei s. Landwirtschaft.
Motoren s. Automobile, Bahnbau, Elektrische Maschinen.
Muffen s. Leitungen.

Museum.
Reisebericht über den Besuch des Deutschen Museums. 358.

Musik, elektr. s. Technische Akustik.

Nähmaschinen s. Maschinenantrieb.
Netze s. Leitungen.

Normen.
Bestimmungen des VDE, ferner DIN-VDE-Normblätter s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Neue Auslandsnormen. 43.
Normen zur Ausführung und Prüfung von elektrischen Kochplatten in Schweden. 110.
Präsidium des Deutschen Normenausschusses. 138.
Durchmessernormung bei Rollen für Papier- und Aluminiumfolien. 161.
Die Dezimalklassifikation. 162.
Internationale Passungsnormen. 287.
Der Fachnormenausschuß für Bergbau (Faberg). 313.

Oberleitungs-Fahrzeuge s. Bahnbau.
Öfen s. Wärmetechnik.
Öl s. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
Ölschalter s. Schaltgeräte.
Orgel s. Technische Akustik.
Oszillograph s. Meßkunde.

Parallelschaltung s. Elektrische Maschinen.
Patentwesen s. Rechtspflege.
Peilung s. Funkwesen.
Permeameter s. Meßkunde.
Persönliches s. Abt. A II.
Phonotechnik s. Meßkunde, Technische Akustik.

Photographie.
Elektrophotographie von Isolierstoffen. Nach A. Gemant. 66.
Der Röntgenbildtonfilm. H. Grosse. *177.
Stroboskopische Bewegungsbilder. Nach Edgerton. 334.
Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts. L. Bloch. Vortr. *393. *423.
Nitraphotlampe für 200 W und elektrische Blitzlampe. 410.
Die lichttechnischen Eigenschaften von Blitzlichtern. Nach A. Dresler. 530.

Photometrie s. Lichttechnik.
Photozellen s. Lichttechnik.

Physik (s. a. Technische Akustik, Theoretische Elektrotechnik).
Adsorptionsvorgänge von Metallen an metallischen Oberflächen (Cäsium an glühenden Wolframdrähten). Nach I. Langmuir. 126.
Strahlenschau 1934 in München. 336. 613.

Piezoelektrizität s. Meßkunde.
Polizeirufanlagen s. Signalwesen.
Porzellan s. Isolatoren, Stoffkunde.

Preisausschreiben.
Preisausschreiben der Lincoln Electric Co., Cleveland, O. 19.
Preisaufgaben der Zeitlers-Studienhaus-Stiftung. 139.

Preßmassen s. Stoffkunde.
Protokollierung von Sitzungen. 613.

Prüfämter.
Bekanntmachung über Isolierpreßmassen. 95.
Tätigkeitsbericht der französischen Landes-Versuchsanstalt für das Funkwesen über das Jahr 1932. 532.
Zur Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe. A. Schob. *555.
Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter. 62. 108. 234. 260. 284. 354. 426. 452. 502. 608. 632.

Prüfeinrichtungen.
Unterlager für Elektrizitätszähler und Lagerprüfeinrichtung. P. May. *349.
Technische Untersuchungen mit hohen Wechselspannungen. W. Hüter. *513.
Schwingungsprüfmaschinen in der Elektrotechnik. W. Späth. *519.
Hochspannungs-Prüfeinrichtung zur Prüfung der Isolationsfestigkeit. 527.
Schweißnahtprüfer. Nach Kießkalt. 612.

Prüfstelle s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Pumpen s. Maschinenantrieb.
Pumpspeicherwerke s. Elektrizitätswerke.
Pupinspulen s. Leitungen.

Rasierapparat s. Maschinenantrieb.

Rechtspflege.
— **Gewerblicher Rechtsschutz.**
Türkische Patente. 113.
Irische Warenzeichen. 113.
Kleinautomatenfabrikation - Patentgemeinschaft. 139.
Ausübung von Patenten in Griechenland. H. Herzfeld I†. 288.

Digitized by Google

Rechtspflege.
Prüfbefugnis des Patentamtes im Beschwerdeverfahren. H. Herzfeld I†. 288.
Erfindungschutz auf der Elektrowärme-Ausstellung, Essen. 313.
— **Verschiedenes.**
Elektrizitätswerke, die eine Monopolstellung innehaben, dürfen die Weiterbelieferung nicht von voller Bezahlung ihrer Forderungen aus früheren Lieferungen abhängig machen. B. Blau. 20.
Der Streit um die Grundgebühr. 187.
Gesetz Rumäniens für störungsfreien Rundfunkempfang. 263.
Ein Bundesgesetz für die Elektrizitätsindustrie in Mexiko geplant. 358.
Leitsätze zur allgemeinen Elektrizitätsgesetzgebung. 379.
Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Ein Beitrag zu Technik und Recht. B. Blau. 406.

Regelung und Widerstände (s. a. Transformatoren).
Ein neuer Feinregelungswiderstand. 133.
Regelschalter für Anzapftransformatoren. L. Haag u. O. Schwenk. *199.
Transformatoren mit stufenloser Regelung. 208.
Ein neuer Schnellregler (Kohledruckregler). 209.
Berührungsichere Gleitwiderstände. 213.
Einheits-Dekadenwiderstand. 214.
Erzeugnisse des Dralowid-Werks. 220.
Monette-Hochohmkordel. 220.
Spannungsregler mit Argonröhre. Nach H. W. Dodge u. C. H. Willis. 262.
Bedenkliche Erscheinungen an einem hochbelasteten Wasserwiderstand. 529.
Reihenkondensator und Spannungskleinregler in Niederspannungsnetzen. R. Hintze. *621.
Die Bemessung von Flüssigkeitswiderständen unter Berücksichtigung des Wehnelt-Effektes. Nach G. Becker. 634.

Registriergeräte s. Meßkunde.
Reichswirtschaftsrat. 288.
Reklame s. Lichttechnik, Werbung.
Relais s. Schaltgeräte.
Resonanz s. Schwingungen, mechanische.
Rohrdraht s. Installationswesen.
Röhren s. Gleichrichter, Funkwesen, Lichttechnik, Verstärkertechnik.
Rohrpost s. Signalwesen.
Röntgenstrahlen s. Medizin, Theoretische Elektrotechnik.
Rundfunk s. Funkwesen.

Summler s. Akkumulatoren.
Schall s. Meßkunde, Technische Akustik.

Schaltanlagen und Schalttafeln.
Die erste 100 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern. H. Lütjens. *31.
Neue Wege im Bau gekapselter Niederspannungs-Verteilungen. 208.
Quittungschalter mit Meldelampe. 213.
Würfel-Instrumente. 410.
Das Porzellan im Bau von Freileitungen und Schaltanlagen. W. Weicker. *565.
Die neue Maschinenschaltanlage des städtischen Elektrizitätswerkes Würzburg. K. Meister. *577.
Bahnstrom-Freiluft-Unterwerk Neu-Ulm. 597.
Induktivität, Energie und Stromkraft von Sammelschienen. Nach R. Brüderlink. 611.

Schaltgeräte (s. a. Fernsteuerung).
Lichtbogen s. Theoretische Elektrotechnik.
— **Allgemeines.**
Neuartige Bauweise von Schaltgeräten. W. Höpp. *203. B. 320.
Kontaktform von Schaltern. 441.
Prüfung von Trenn- und Leistungsschaltern. 513.
— **Öllose Hochsp.-Leistungsschalter.**
Die erste 100 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern. H. Lütjens. *31.
Öllose Leistungschalter (Wasserschalter) Bauart Brown Boveri. *205.
Der Druckluftantrieb für Schaltgeräte. 211.
Der wirtschaftliche Druckgasschalter. J. Biermanns. *229.
Löschung stromstarker Wechselstrom-Lichtbögen. 396.
Öllose Hochspannungs-Leistungsschalter im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 409.
Expansionsschalter für Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven. 635.
— **Ölschalter.**
Öl s. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
Fortschritte im Bau von Regeltransformatoren. Nach E. Hayn. 15.
Löschkammer-Ölschalter. Nach D. C. Prince u. W. F. Skeats. 183.
Leistungstrennschalter. 209.
Der Druckluftantrieb für Schaltgeräte. 211.
Neuer Öl-Schubtrennschalter. 212.
Eisengekapselter 66 kV-Schalter. 451.
— **Trenn- und Hörnerschalter.**
Leistungstrennschalter. 209.
Neue Hochspannungs-Schaltertypen. 211.
Neuer Öl-Schubtrennschalter. 212.
Neueste Bauart des Suklam-Mastschalters. 236.
— **Luft-Selbstschalter.**
Selbsttätige Schaltgeräte. 212.
Stationsschalter. 237.
Kurzschlußversuche an Motorgeneratoren. Nach A. M. Hug. 404.
— **Relais und Schütze.**
Zur Entwicklung des Netzschutzes. P. v. d. Storr. *7.
Der Überstromwächter als Schutz von Generatoren und Anlagen. Nach E. Bopp u. W. Koch. 184.
Ein- und zweiphasiges unabhängiges Überstrom-Zeitrelais. 210.
Selbsttätige Schaltgeräte. 212.
Geräuschlos arbeitende Aufzugsapparate. 219.
Zeitrelais universeller Verwendbarkeit. 220.
Kleinschaltschütz Cutax A. 237.
Versuche mit Lichtbögen und Reaktanzrelais. 355.
Impuls-Schnellzählrelais. 405.
— **Installationsschalter.**
Kleinautomatenfabrikation - Patentgemeinschaft. 139.
Ein neuer Drehschalter. 218.
Ein neuer Sockelautomat. 239.
— **Verschiedene Schaltgeräte.**
Regelschalter für Anzapftransformatoren. L. Haag u. O. Schwenk. *199.
Neue Wege im Bau gekapselter Niederspannungs-Verteilungen. 208.
Zeitrelais universeller Verwendbarkeit. 220.
Kurzschlußfeste Strombegrenzer. 238.
Eine neue Synchronisiereinrichtung für Hand- und selbsttätigen Betrieb. H. Heyne. *321.
Hebelumschalter für die Gruppenladung der Sammlerbatterien. R. Edler. Brf. 486.
Paccoschalter. 611.

Schaltvorgänge s. Theoretische Elektrotechnik, Überspannung, Überstrom.

Schienen s. Bahnbau.
Schienenbremse s. Bahnbau.

Schiffahrt.
Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. W. Späth. *10.
Schiffstabilisierung mittels Kreisels und dessen Steuerung. Fuhrmann. 61.
50 Jahre elektrische Beleuchtung auf Lloyd-Dampfern. 310.
Der elektrische Schiffsantrieb. 429. B. 536.
Die Schleusenanlage von Dneprostroi. 480.

Schleuse s. Schiffahrt.
Schlüpfung s. Meßkunde.
Schmelzsicherungen s. Überstromschutz.
Schnellbahnen s. Bahnbau.
Schnellregler s. Regelung.
Schraubensicherung mit Messingschutzring. 222.
Schulen s. Unterricht.
Schutzeinrichtungen s. Erdschlußschutz, Schaltgeräte, Überspannungsschutz, Überstromschutz.
Schützen s. Schaltgeräte.
Schwachstromtechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Leitungen, Verstärkertechnik.
Schweißen s. Wärmetechnik.
Schwingungen, elektrische s. Funkwesen, Theoretische Elektrotechnik.

Schwingungen, mechanische.
Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. W. Späth. *10.
Erzeugung sinusförmiger mechanischer Schwingungen. 257.
Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe. G. v. Gönczy. *279. B. 344.
Elektromagnetischer Vibrograph. Nach F. Sieber. 428.
Mechanische Modelle zur Untersuchung von elektrischen Stabilitätsfragen. Nach M. Darrieus. 456.
Schwingungsprüfmaschinen in der Elektrotechnik. W. Späth. *519.
Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Seilschwingungen. H. Schmitt u. P. Behrens. Vortr. *603.

Seilbahnen s. Bahnbau.
Selbstschalter s. Schaltgeräte.
Sender s. Funkwesen.
Siccometer. 109.
Sicherungen s. Überstromschutz.

Signalwesen (s. a. Leitungen, Lichttechnik).
Fern-Rohrpostanlage in Berlin. 74.
Uhrzeiger-Verkehrsampel mit beleuchtetem Zeiger. 159.
Die Polizei-Straßenmelder- und Polizei-Notrufanlage der Polizeiverwaltung Berlin. Nach L. Voit. 160.
Quittungschalter mit Meldelampe. 213.
Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. van Biema. *249.
Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen. C. Beckmann. Vortr. *465.
Neue Büchsensteuerung in Rohrpostanlagen. 483.

Sinterkorund s. Stoffkunde.
Sitzungen s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Spannvorrichtung s. Maschinenantrieb.

Digitized by Google

Spitzendeckung s. Elektrizitätswerke.
Springschreiber s. Telegraphenwesen.
Sprungwellen s. Theoretische Elektrotechnik.
Stabilität s. Leitungen.

Statistik.
Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. 91. 506.
Statistik der Elektrisierung der Landwirtschaft, insbesondere der Farmen, in den Vereinigten Staaten von Amerika. 160.
Zur Statistik der Überland-Kraftwerke in der UdSSR. im Jahre 1931. 313.
Der Stand der elektrischen Küche im In- und Ausland 1932. F. Mörtzsch. 345.

Staubecken s. Elektrizitätswerke.
Steckvorrichtungen s. Installationswesen.
Steuerung s. Bahnbau, Gleichrichter.

Stiftungen.
Arnold-Stiftung. 357.

Stoffkunde.
— **Metalle** (s. a. Magnetismus und Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen).
Rhenium. Nach W. und I. Noddack. 43.
Härtung von Metallen durch rotierende magnetische Felder. Nach E. G. Herbert. 67.
Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. 403.
Werkstoffe auf der Leipziger Messe. 505.
— **Kohle** (s. a. Dampfkessel).
Braunkohle und Torf. 162.
— **Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren, Theoretische Elektrotechnik).
— — **Allgemeines.**
Isolierstoffe im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 411.
Stand der Anwendung von Isolierstoffen. 442.
Werkstoffe auf der Leipziger Messe. 505.
Isolierstoffe und deren Anwendung. E. Orlich. *537.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
Stand der Isolierstoff-Forschung. R. Vieweg u. G. Pfestorf. *569.
— — **Natürliche Isolierstoffe.**
Die elektrischen Eigenschaften des russischen Kolophoniums. Nach N. Bogorodizky u. I. Maigeldinov. 335.
Natürliche Isolierstoffe (Marmor, Schiefer, Holz, Asbest u. a.). R. Vieweg u. G. Pfestorf. *538.
Glimmer und Glimmerprodukte. R. Schroeder. *541.
Geschichtete und geklebte Isolierstoffe. W. Senst. *549.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
— — **Keramische Isolierstoffe.**
Sinterkorund. 287.
Calan, ein neuer Isolierstoff für die Hochfrequenztechnik. 422.
Porzellanisolatoren und Isolatorenporzellan. 528.
Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe. W. Weicker. *543.
Die Isolierstoffe der Steatitgruppe. E. Albers-Schönberg. *545.
Das Glas als Isolierstoff. W. Hänlein. *547.
Künstliche Porzellanerde. 612.
— — **Preßstoffe.**
Bekanntmachung über Isolierpreßmassen. 95.
Pionierarbeiten in der Preßstoff-Technik. 222.

Stoffkunde.
Kunstharz-Hartleinen-Schnitzel, ein neuer schlagfester Isolierpreßstoff. 478.
Isolierpreßstoffe in England. 523.
Gummifreie Isolierpreßstoffe. W. Schramm. *553.
Zur Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe. A. Schob. *555.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
— — **Verschied. feste Isolierstoffe.**
Naphtalinwachs für Fernsprechkondensatoren. 483.
Gummi, Guttapercha und Balata als Isolierstoffe in der Elektrotechnik. E. Badum. *540.
Geschichtete und geklebte Isolierstoffe. W. Senst. *549.
Vergußmassen für Kabelzubehörteile und ihre Aufgaben. E. Kirch. *557.
Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. F. Moench. *561.
— — **Isolieröle.**
Aufbereitung von Transformatorenöl durch Schleudern unter hohem Vakuum. 221.
Isolieröle. J. Tausz. *558.

Störungen s. Erdschluß, Fernsprechwesen, Funkwesen, Leitungen, Überspannung, Überstrom.
Strahlung s. Funkwesen, Lichttechnik.
Straßenbahnen s. Bahnbau.
Straßenbeleuchtung s. Lichttechnik.
Stratosphäre s. Funkwesen.
Stroboskopische Verfahren s. Meßkunde.
Strombegrenzer s. Schaltgeräte.
Stromrichter s. Gleichrichter.
Stromverbrauch s. Energiewirtschaft.
Stromverdrängung s. Theoretische Elektrotechnik.
Synchronisierung s. Elektrische Maschinen.

Tagungen s. Kongresse u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Talsperren s. Elektrizitätswerke.
Tarifwesen s. Elektrizitätswerke.

Technische Akustik (s. a. Meßkunde).
Der Röntgenbildtonfilm. H. Grosse. *177.
Schallempfindung, Schallreiz und die Hörbarkeit von Verzerrungen. Nach W. Janovsky. 241.
Selbsttätige Nachhallmessung. Nach E. Meyer. 285.
Wirkungsgrad von elektromagnetischen u. elektrodynamischen Lautsprechern. Nach W. Heimann. 286.
Elektrische Orgel. 402.
Geräuschmessung — Geräuschbekämpfung. 428.
Technische Akustik im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 483.

Telegraphenwesen (s. a. Bildtelegraphie, Funkwesen, Leitungen).
Das Fernmeldewesen im 1. Halbjahr 1932. Kölsch. *73.
Zugtelegraphie in Frankreich. 73.
Weitere Einführung des Springschreibers (Fernschreibmaschine). 73.
Telegraphenverkehr. 75.
Die Neuordnung des internationalen Fernmeldeverkehrs auf den Madrider Konferenzen. H. Gieß. *231.
Das holländische Fernmeldewesen 1931. 311.
Eine Trägerstrom - Telegraphie - Anlage. Nach R. E. Smith u. L. A. Kelley. 357.
Springschreiberdienst zwischen englischen Teilnehmerstellen. 407.

Telegraphenwesen.
Telegraphie im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 434.
Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft, Berlin. 531.

Telephonie s. Fernsprechwesen.
Temperatur s. Meßkunde, Wärmetechnik.
Temperaturregler s. Wärmetechnik.
Theatereinrichtungen s. Gleichrichter, Lichttechnik.

Theoretische Elektrotechnik (s. a. Funkwesen, Magnetismus, Physik).
— **Elektrisches Feld.**
Der Verlauf des elektrischen Feldes in Elektronenröhren, gemessen im elektrolytischen Trog. H. Barkhausen u. J. v. Brück. *175.
Zur Frage der rationalen Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre. J. Wallot. *495.
Bestimmung der Feldverteilung an Hochspannungsisolatoren. Nach O. Steels u. G. Maryssael. 505.
Schichtung von Isolierstoffen. Nach A. Schwaiger. 589.
— **Durchschlag von Gasen.**
Überschlag-Feldstärke von Isolatoren. Nach H. Ritz. 42.
Ströme und zeitlicher Verlauf von Liniengleitfunken. Nach F.-J. Ježek. 68.
Dielektrische Erscheinungen bei hohen Spannungen. Nach B. L. Goodlet, F. S. Edwards u. R. R. Perry. 161.
Technische Untersuchungen mit hohen Wechselspannungen. W. Hüter. *513.
Berechnung der elektrischen Durchbruchfeldstärke von Gasen mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems. Nach R. Holm u. B. Kirschstein. 637.
— **Durchschlag von Flüssigkeiten.**
Zur Mechanik des Durchschlags von Transformatorenöl. J. Rebhan. *4.
Elektrophotographie von Isolierstoffen. Nach A. Gemant. 66.
Die Temperaturabhängigkeit des Sättigungstroms und ihre Wirkung auf die Leitfähigkeit bei hohen Feldern in dielektrischen Flüssigkeiten. Nach A. Nikuradse u. R. Russischwili. 112.
Dielektrische Erscheinungen bei hohen Spannungen. Nach B. L. Goodlet, F. S. Edwards u. R. R. Perry. 161.
— **Durchschlag fester Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren, Stoffkunde).
Elektrophotographie von Isolierstoffen. Nach A. Gemant. 66.
Der permanente Elektret. Nach M. Eguchi. 112.
Dielektrische Erscheinungen bei hohen Spannungen. Nach B. L. Goodlet, F. S. Edwards u. R. R. Perry. 161.
Technische Untersuchungen mit hohen Wechselspannungen. W. Hüter. *513.
Natürliche Isolierstoffe (Marmor, Schiefer, Holz, Asbest u. a.). R. Vieweg u. G. Pfestorf. *538.
Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe. W. Weicker. *543.
Das Glas als Isolierstoff. W. Hänlein. *547.
Stand der Isolierstoff-Forschung. R. Vieweg u. G. Pfestorf. *569.
Schichtung von Isolierstoffen. Nach A. Schwaiger. 589.
— **Dielektrische Verluste.**
Die elektrischen Eigenschaften des russischen Kolophoniums. Nach N. Bogorodizky u. I. Maigeldinov. 335.
Calan, ein neuer Isolierstoff für die Hochfrequenztechnik. 422.

Digitized by Google

Theoretische Elektrotechnik.
Gummi, Guttapercha und Balata als Isolierstoffe in der Elektrotechnik. E. Badum. *540.
Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe. W. Weicker. *543.
Die Isolierstoffe der Steatitgruppe. E. Albers-Schönberg. *545.
Das Glas als Isolierstoff. W. Hänlein. *547.
Vergußmassen für Kabelzubehörteile und ihre Aufgaben. E. Kirch. *557.
Über die Materialfestigkeit von keramischen Isolatoren bei elektrischer Stoßbeanspruchung. 560.
Stand der Isolierstoff-Forschung. R. Vieweg u. G. Pfestorf. *569.
Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren. L. Rohde u. W. Schlegelmilch. *580.
— **Dielektrizitätskonstante.**
Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe. W. Weicker. *543.
Die Isolierstoffe der Steatitgruppe. E. Albers-Schönberg. *545.
Das Glas als Isolierstoff. W. Hänlein. *547.
Stand der Isolierstoff-Forschung. R. Vieweg u. G. Pfestorf. * 569.
— **Elektronentheorie.**
Positives Elektron. 636.
— **Elektrizitätsdurchgang durch Gase.**
Ausmessung magnetischer Felder mit Elektronenstrahlen. Nach E. Brüche. 285.
Erzeugung sehr durchdringender Röntgen- und Korpuskularstrahlen. Nach A. Brasch u. F. Lange. 312.
Direkter Nachweis der Raumladung in Ölen. A. Gemant. *468.
— **Lichtbogen** (s. a. Gleichrichter, Schaltgeräte, Wärmetechnik).
Feldstärke und Ionenkonzentration vor der Kathode einer Bogenentladung. Nach W. de Groot. 111.
Temperatur in der positiven Säule eines Gleichstrom-Lichtbogens. Nach A. v. Engel u. M. Steenbeck. 112.
Löschung stromstarker Wechselstrom-Lichtbögen. 396.
— **Wechselströme und Schwingungen** (s. a. Funkwesen).
Über Verlustleistungslinien. G. Hauffe. 30.
Stroboskopische Vorrichtung zum Oszillographen und ihre Anwendung zur Untersuchung der Stromverdrängung. Nach A. Moskwitin. 38.
Dämpfung und Winkelmaß von Vierpolen mit geringen Verlusten. Nach A. Feige u. F. Holzapfel. 42.
Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenzen. A. Clausing. *54.
Wirbelstromverluste in massiven schmiedeeisernen Platten und Ringen. Nach C. Fröhlich. 63.
Abschirmung einer eisenlosen ölgekühlten Drosselspule durch eine Hilfswicklung. J. Hak. *152.
Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen. W. Geyger. Brf. 342.
— E. Kosack. Brf. 342.
Mechanische Modelle zur Untersuchung von elektrischen Stabilitätsfragen. Nach M. Darrieus. 456.
Kurzwellige Schwingungen in magnetischen Feldern. Nach A. A. Slutzkin u. D. S. Steinberg. 504.
Induktivität, Energie und Stromkraft von Sammelschienen. Nach R. Brüderlink. 611.

Theoretische Elektrotechnik.
Wirkung eines magnetischen Feldes auf die Fortpflanzung einer elektromagnetischen Welle in einem ionisierten Medium. Nach G. Todesco. 611.
Schnellerregung zur Verbesserung des Betriebes von Kraftanlagen. Nach J. T. Woth. 634.
— **Leitfähigkeit.**
Messung der Leitfähigkeit des Erdbodens. 137.
Natrium als Leitermaterial. Nach R. H. Boundy. 626.
— **Verschiedenes.**
Photozellen s. Lichttechnik.
Piezoelektrische Messungen mechanischer Größen. Nach J. Kluge u. H. E. Linckh. 158.

Thermoelemente s. Meßkunde.
Tonfilm s. Technische Akustik.

Transformatoren.
Öl s. Stoffkunde, Theoretische Elektrotechnik.
— **Allgemeines.**
Diagramme zur Bestimmung des Spannungsabfalles in Transformatoren mit mehreren Wicklungen. Nach M. Angelini. 427.
— **Leistungstransformatoren.**
Wirtschaftliche Entnahme kleiner Leistungen aus dem Hochspannungsnetz. Nach H. Brooks. 15.
Fortschritte im Bau von Regeltransformatoren. Nach E. Hayn. 15.
Das Verhältnis der Stromdichten bei Einheitstransformatoren. R. Richter. *27. Brf. 318.
— R. Küchler. Brf. 318.
Zur Berechnung von Transformatoren. M. Korndörfer. *83.
Transformatoren mit stufenloser Regelung. 208.
Nullpunktbelastung von ⅄/⅄ geschalteten Transformatoren. H. Korisko. Brf. 295.
— E. Bihari. Brf. 295.
Regeltransformator. 371.
Über die Magnetisierung des Dreiphasen-Kerntransformators. Nach F. Heiles. 404.
Die Entwicklung des Elektromaschinen- und Transformatorenbaues in der UdSSR. 453.
Das Porzellan im Bau von Freileitungen und Schaltanlagen. W. Weicker. *565.
— **Meßwandler.**
Der Einfluß der Wandlerfehler auf die Genauigkeit bei Leistungsmessungen. H. Vahl. *29.
Zur Vorausberechnung der Fehler von normalen Stromwandlern. E. Billig. *374.
Meßwandler im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 410.
Ein „fehlerloser" Stromwandler (Einleiterwandler). Nach A. C. Schwager. 503.

Trennschalter s. Schaltgeräte.
Triebwagen s. Bahnbau.
Turbinen s. Dampfturbinen, Wasserturbinen.

Überspannung.
Meßgeräte für Blitzmessungen. Nach C. M. Foust. 16.
Versuche mit Stoßspannungen an Unterwerken. Nach Southgate, Brooker, Whitehead u. Roman. 68.
Bericht von der Sondertagung über Blitzschutzfragen. 161.

Überspannung.
Zur Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in Mittelspannungsnetzen. Har. Müller. *225.
Peiluntersuchungen mit einem Kathodenoszillographen während der Seereise von England nach Australien. Nach G. H. Munro u. L. G. H. Huxley. 311.
Verschleifung von Wanderwellen durch Kettenleiter. E. Flegler. Brf. 414.
— W. Krug. Brf. 414.
Die Umgestaltung von Wanderwellen durch Koronaverluste. F. Voerste. *452.

Überspannungsschutz.
Versuche mit Stoßspannungen an Unterwerken. Nach Southgate, Brooker, Whitehead u. Roman. 68.
Beitrag zur Berechnung der Schutzwirkung von Erdseilen. W. Schilling. *79.
Überspannungsableiter für Niederspannungsnetze. Nach M. Teszner. 88.
Entwicklung des Überspannungsschutzes im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 409.
Verschleifung von Wanderwellen durch Kettenleiter. Untersuchungen an dem Ferranti-Stoßwellenschlucker. E. Flegler. Brf. 414.
— W. Krug. Brf. 414.

Überstrom.
Vorgänge beim Kurzschluß eines Synchrongenerators. R. Pohl. *127.
Kurzschlußversuche an Motorgeneratoren. Nach A. M. Hug. 404.
Meßgeräte für Störungsaufklärung in Hochspannungsnetzen. Nach V. Aigner. 405.
Dämpfung und Wärmewirkung des Stoßstromes bei einfach gespeistem Netzkurzschluß. Nach P. Jacottet. 427.

Überstromschutz (s. a. Schaltgeräte).
Zur Entwicklung des Netzschutzes. P. v. d. Sterr. *7.
Hochleistungs-Netzsicherungen der AEG. 87.
Niederspannungs-Hochleistungsicherungen der SSW. A. Kühnes. 133.
Abschirmung einer eisenlosen ölgekühlten Drosselspule durch eine Hilfswicklung. J. Hak. *152.
Neue Kabel-Hausanschlußkästen. 218.
Versuche mit Lichtbögen und Reaktanzrelais. 355.
Ausbreitung der trägen Sicherungspatronen. 411.

Uhren s. Meßkunde.
Ultraviolettstrahlung s. Lichttechnik.
Umformer s. Elektrische Maschinen.
Umrichter s. Gleichrichter.
Umspanner s. Transformatoren.

Unfälle.
Der wirtschaftliche Wert guter Straßenbeleuchtung. Nach F. C. Caldwell. 503.

Universität s. Unterricht.

Unterricht.
Zirkel englisch sprechender Ingenieure. 45.
Universität und Technische Hochschule in Breslau. 69. 113. 313.

Digitized by Google

Unterricht.
Kurse in Metallfärbung und Elektroplattierung in Schwäb.-Gmünd. 313.
Stroboskopische Bewegungsbilder. Nach Edgerton. 334.
Jubiläum der Ingenieur-Akademie Wismar. 336.
Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen. W. Geyger. Brf. 342.
— E. Kosack. Brf. 342.
Neues Vorlesungsverzeichnis des Hauses der Technik in Essen. 357.
Verstaatlichung der Gewerbe-Hochschule Köthen (Anhalt). 458.
Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage. W. Heyde. *491.
Maschinentechnische und elektrotechnische Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. 590.
Gutachtertätigkeit von Hochschullehrern. 615.

Ventil s. Gleichrichter.
Ventilator s. Maschinenantrieb.
Verband deutscher Elektrotechniker s. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Vereinsnachrichten s. Abt. A IV.
Verkehr s. Automobil, Bahnbau, Fernsprechwesen, Flugwesen, Lichttechnik, Schiffahrt, Signalwesen, Telegraphenwesen.
Verkehrsampel s. Lichttechnik.
Verluste s. Elektrische Maschinen, Theoretische Elektrotechnik.

Verstärkertechnik.
Endverstärker für Fernsprechteilnehmer. 111.
Der Verlauf des elektrischen Feldes in Elektronenröhren, gemessen im elektrolytischen Trog. H. Barkhausen u. J. v. Brück. *175.
Über einen Gleichstromverstärker. A. Bressi. 287.
Selbsterregung von Verstärkern durch Kopplung der Anodenströme. Nach W. O. Schumann. 335.
Messung der Leistung an Niederfrequenz-Endverstärkern. Nach V. Babits. 357.
Über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und deren praktische Bedeutung. J. Kammerloher. Brf. 366.
— G. Leithäuser. Brf. 366.
Verstärkertechnik im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 433.
Zwei Verfahren zur Herstellung von Oxydkathoden für Verstärkerröhren. E. Bluhm. 477.
Wattmeter für Hörfrequenz. Nach E. Asch. 503.
Radioröhren ohne Glas. 532.
Hexoden, eine neue Art von Empfängerröhren. 611.

Versuchsanstalten. s. Prüfämter.
Vibrograph s. Meßkunde.
Vorschriften s. Normen u. Abt. A IV, Vereinsnachrichten.
Vorträge s. Unterricht und Abt. A IV, Vereinsnachrichten.

Wanderwellen s. Überspannung.
Wandler s. Transformatoren.
Warenzeichen s. Rechtspflege.

Wärmetechnik (s. a. Meßkunde).
— **Allgemeines.**
Erwärmungsprobleme. W. Zorn. *104. B. 248.
Lehrschau Elektrowärme. 384.
Reichsbahn und Reichsmarine auf der Elektrowärme-Ausstellung in Essen. 407.
Die Wärmeableitung in Dreileiterkabeln unrunden Querschnitts. Nach L. Tschiassny. 636.
— **Kochgeräte und elektr. Küche.**
Die elektrischen Küchen in Römerstadt. 38.
Elektrowärme in den V. S. Amerika. Nissel. 39.
Über neuartige, Zeit und Energie sparende Schnellkocher. E. Junck. *81.
Normen zur Ausführung und Prüfung von elektrischen Kochplatten in Schweden. 110.
Der neue Spar-Vollherd. 216.
Elektrische Großküchen in England. Nach T. Settle. 335.
Der Stand der elektrischen Küche im In- und Ausland 1932. F. Mörtzsch. *345.
Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohleherd. Dittler. Brf. 366.
Elektrowärme im Haushalt im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 412.
Formen der Kochgeräte. 442.
Die Bedeutung der Ebenheit von Platten und Topfböden für die Wirtschaftlichkeit des Kochens. G. Dettmar. *517.
— **Heizeinrichtungen.**
Elektrowärme in den V. S. Amerika. Nissel. 39.
Verwendung des Gußeisens als Wärmespeicher. Nach L. G. A. Sims. 64.
Selbsttätige Schaltgeräte. 212.
Ein Weichen-Auftaugerät. 216.
Eine heizbare Waschmaschine. 217.
Elektrisches Krematorium. 242.
Nachbehandlung des Betons durch Zufuhr von Wärme auf elektrischem Wege. Nach H. Bohlin u. A. Brund. 284.
Elektrische Bodenheizung in den V. S. Amerika. 357.
Wärmespeicher-Backofen. 412.
Kühlschränke. 413.
Bosch-Kühlschrank. 491.
Bügeleisen mit Wärmespeicher und Temperaturregler. 523.
Elektrische Beetheizung. 531.
Milcherhitzer. 531.
Waschmaschinen. 531.
— **Elektrische Öfen.**
Ein neues Strahlerzeugungsverfahren im elektrischen Ofen. 56.
Hochfrequenzöfen. Nach Pölzguter u. Broglio. 135.
Elektrische Verkokung. 240.
Elektrische Band- und Drahtdurchziehöfen. 260.
Ein Induktionsofen mit ferromagnetischer Muffel und Temperaturselbstregelung. 263.
Das Glühen von Aluminium im elektrischen Ofen. 370.
Temperaturmessung und -regelung in metallurgischen Öfen. Nach F. Kofler u. G. Schefels. 427.
Neuerungen an Härte- und Anlaßöfen. 490.
Elektrischer Reflexionsofen. Nach C. Benedicks u. J. Härdén. 588.
— **Schweißen.**
Preisausschreiben der Lincoln Electric Co., Cleveland, O. 19.
Elektroschweißung im Jahre 1932 (Rückblick des EV). 412.

Wärmetechnik.
Elektroschweißung dickwandiger Gefäße. Nach Prox u. Czternasty. 428.
Anwendung elektrischer Schweißung. 490.
Die Schmiedbarkeit der nach dem elektrischen Lichtbogenverfahren ausgeführten Schweißungen. Nach R. Sarazin. 505.
Schweißnahtprüfer. Nach Kießkalt. 612.
— **Löten.**
Oxydationsfreie Lötungen. 221.
Elektrischer Lötkolben. 587.

Wärmewirtschaft s. Energiewirtschaft.
Waschmaschinen s. Maschinenantrieb, Wärmetechnik.
Wasserkraft s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft.
Wasserreinigung s. Elektrochemie.
Wasserschalter s. Schaltgeräte.

Wasserturbinen.
Kaplan-Turbinen für hohe Gefälle. Nach J. Ackeret. 612.

Wechselrichter s. Gleichrichter.
Wechselstromtheorie s. Theoretische Elektrotechnik.
Wellen, elektr., s. Funkwesen.

Werbung (s. a. Lichttechnik).
Weltpropaganda für deutsche Technik und Arbeit im Auslande. 637.

Werkstatt (s. a. Maschinenantrieb).
Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. W. Späth. *10.
Härtung von Metallen durch rotierende magnetische Felder. Nach E. G. Herbert. 67.
Genauigkeits-Bohr- und -Drehstahlhalter. 222.
Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsverfahren im Elektro-Installationsgewerbe. P. Schickhardt. Vortr. *276.
Neue Werkzeugmaschinen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933. 489.
Elektrowerkzeuge. 490.
Die Schmiedbarkeit der nach dem elektrischen Lichtbogenverfahren ausgeführten Schweißungen. Nach R. Sarazin. 505.

Werkstoff s. Stoffkunde.
Werkzeugmaschinen s. Maschinenantrieb, Werkstatt.
Wicklungen s. Elektrische Maschinen.
Widerstände s. Anlasser, Meßkunde, Regelung.
Wirbelströme s. Theoretische Elektrotechnik.
Wirtschaft s. Elektrizitätswerke, Energiewirtschaft, Geldwirtschaft u. Abt. A V, Geschäftliche Mitteilungen.
Wolkenschrift s. Lichttechnik.

Zähler s. Meßkunde.

Zählung.
Neue Volks-, Berufs- und Betriebszählung im Juni 1933. 358.

Zeichnungen.
Ein neues Schreib- und Zeichengerät. 138.

Zeitschriften s. Abt. A III, Literatur.

Digitized by Google

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 47. 139. 191. 413.
Jubiläum. 71. 119. 187. 242. 511.

Barth. 246.
Blathy, Otto Titus. 641.
Borsig, Ernst v. 288.
Boucherot, Paul. 413.
Bredow. 187.

Carty, John J. †. 270.

Feyerabend, E. 95 (m. Bild).
Friedrich, Hans. 246.
Frost, E. 71.

Gieß, H. 95 (m. Bild).

Haenle, Adolf. 511.
Herzfeld, Hugo. †. 318.
Heß, Viktor F. 191.

Köttgen, Carl. 288.
Krecke, Carl. 113.
Kruckow, August. 95 (m. Bild). 187. 246.
Kyser, Herbert. 47.

Langmuir, Irving. 126.

Mayer, Xaver. 139.
Müller, Albert. 187.

Ohnesorge, Wilhelm. 246 (m. Bild).

Platz, Richard. †. 71.

Rosenberg, Erich. 191.

Sarfert, Willi. 113.
Schiemann, Max. †. 190 (m. Bild).
Seidel, Max. 119.
Strecker, Karl. 295.

Taaks, Heinrich. 191.
Thomas, Fritz. 358.
Thomson, Elihu. 508.
Thurn, Hermann. †. 47.

Urbach, Bernhard. †. 462 (m. Bild).

Wagner, Karl Willy. 508.
Walkenhorst, C. H. 242.
Weston, Edward. 413.

Zimmer, O. †. 615.
Zipernowsky, Carl. 486.

III. Literatur.

Ankündigung von Büchern.

VDE-Vorschriftenbuch, 19. Auflage. 190. 224. 246. 434. 459. 483. 510.

Neue Zeitschriften.

Bulletin des Verbandes der Erzeuger und Verbraucher elektrischer Energie Rumäniens. Von Thieß. 464.

Elektrotechnische Zeitschrift.

Mitteilung zum Frühjahrsmesseheft betr. „Elektrotechnische Neuerungen". 19. 43.
Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ. 22. 46. 118.
— für den Jahrgang 1931. 70.
Abkürzung von Zeitschriftentiteln in der ETZ. 162.
Branchenregister. 224.

Verschiedenes.

Eingegangene Doktordissertationen. 24. 48. 72. 119. 144. 167. 296. 320. 344. 367. 440. 464. 511. 620. 642.
Bücherei und Archiv der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft. 43.
Die Dezimalklassifikation. 162.
Bibliothek des E. V. 224.
Jubiläum der Elektrotechnika. 241.

Buchbesprechungen.

B. K. L. Berliner Kraft- und Licht- A.-G., Berlin. Von E. M. v. Livonius. 320.
Der AEG-Konzern 1932. Von E. M. v. Livonius. 320.
Der Siemens-Konzern 1932. Von E. M. v. Livonius. 320.
Deutscher Ausschuß f. techn. Schulwesen, Lehrgang für Elektro-Installateure. Von A. Höchtl. 487.
Deutscher Ausschuß für techn. Schulwesen, Technik voran! Von Elbel. 439.
Practical cable jointing. Von Apt. 367.
Preußische Elektrizitäts-AG. (Preußenelektra), Berlin. Von E. M. v. Livonius. 320.
Relaisbuch. Von M. Schleicher. 319.
Svenska Elektricitetsverksföreningens Statistik för Driftåret 1931. Von Halden. 319.

Adams, N. I., s. Page, L.
Ardenne, M. v., Funk-Empfangs-Technik. Von W. Burstyn. 71.
Auerbach, F., u. W. Hort, Grenzgebiete der technischen und physikalischen Mechanik. Von K. Söllner. 367.
— F., u. W. Hort, Technische und physikalische Mechanik starrer Systeme. Von Th. Pöschl. 440.
Axer, E., Der Verkaufswert industrieller Unternehmungen. Von B. Blau. 415.

Baerwald, J., s. List, F.
Barrère, M., Commutratices et Convertisseurs Rotatifs. Herausg. v. M. A. Blondel. Von M. Zorn. 391.
Bergtold, F., Grundbegriffe der Elektrotechnik, Bd. 2. Von E. J. Kurz. 595.
Blondel, M. A., s. Barrère, M.
— A., s. Manduit, A.
Boksan, S., Nikola Tesla und sein Werk. Mit e. Geleitwort v. F. Kiebitz. Von H. Boas. 71.
Brainard, J. G., s. McIlwain, K.
Burger, O., Berechnung von Gleichstrom-Kraftübertragungen. Von Schwaiger. 463.

Courant, R., s. Knopp, K.

Dahlgreen, R., Tonfilmwiedergabe. Von J. Mayer. 463.
Daeves, K., Praktische Großzahl-Forschung. Von K. Pohlhausen. 511.
Dettmar, G., Auskunftsbuch für die vorschriftsgemäße Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen. Von K. Alvensleben. 165.
Dowsett, H. M., Handbook of Technical Instruction for Wireless Telegraphists. Von Kiebitz. 343.

Eitel, M., Anleitung zu chemischen Übungen an höheren technischen Lehranstalten. Von G. Eger. 247.
Engel, A. v., u. M. Steenbeck, Elektrische Gasentladungen. Von E. Lübcke. 143.
Falz, E., Grundzüge der Schmiertechnik Von G. Duffing. 271.
Faßbender, H., Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt. Von W. Runge. 619.
Franck, S., Meßentladungsstrecken. Von Har. Müller. 536.
Fraenckel, A., Theorie der Wechselströme. Von E. Orlich. 343.
Furler, H., Besitz, Verkehrsgeltung, Verwirkung im Wettbewerbsrecht. Von F. Krahe. 191.

Gercke, M., Dieselmotoren in der Elektrizitätswirtschaft. Von E. M. v. Livonius. 71.

Haberland, G., Elektrotechnische Lehrhefte. Von M. Zorn. 143.
Hanffstengel, G. v., s. Praetorius, E.
Harms, F., s. Küpfmüller, K., und Schering, H.
Hartmann, J., The jet-wave rectifier. Von G. H. Winkler. 642.
Hausbrand †, E., u. M. Hirsch, Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. Von A. Zinzen. 463.
Henco, C. H., s. List, F.
Herrmann, I., Elektrotechnik, Bd. 4, Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Von W. Gosebruch. 641.
Heß, F., Das Enteignungsrecht des Bundes. Von Blau. 247.
Hirsch, M., s. Hausbrand †, E.
Hort, W., s. Auerbach, F.

Jaeger, W., Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik. Bd. 4, Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik. Von J. Wallot. 247.
Jolley, L. B. W., J. M. Waldram u. G. H. Wilson, The theory and design of illuminating engineering equipment. Von F. Born. 439.
Jungmann, R., Das internationale Patentrecht. Von Kahle. 595.

Kiebitz, F., s. Boksan, S.
Knepper, F., Die Fabrikation von Wolframdrähten für elektrische Glühlampen und Radioröhren. Von H. Wolff. 319.
Knopp, K., Theorie und Anwendung der unendlichen Reihen. Herausg. v. R. Courant. Von R. Rothe. 619.
Kohlrausch, F., Kleiner Leitfaden der praktischen Physik, neubearb. v. F. Krüger. Von Bauer. 47.
Krebs, E., Technisches Wörterbuch. Von W. Kraska. 191.
Krenkel, H., Offingers Technologisches Taschenwörterbuch in fünf Sprachen. Von W. Kraska. 487.
Krüger, F., s. Kohlrausch, F.
Küpfmüller, K., Handbuch der Experimentalphysik, Schwachstromtechnik. Herausgeg. v. W. Wien u. F. Harms. Von F. Banneitz. 166.

List, F., u. J. Baerwald, Elektrische Strömungs- und elektrische Schwingungs-Energie als Rechtsbegriff. Herausg. v. F. List u. C. H. Henco. Von Senger. 23.
Liwschitz, M., Die elektrischen Maschinen. Von F. Punga. 23.
Loeb, L. B., Fundamentals of Electricity and Magnetism. Von Fraenckel. 463.
Luckiesh, M., Artificial Sunlight. Von W. Voege. 319.
Ludewig, H., Grundlagen, Entwicklung und Stand der Lieferpreise für elektrische Arbeit. Von v. Livonius. 165.

Digitized by Google

Manduit, A., Machines Électriques. M. e. Vorwort v. A. Blondel. Von A. Fraenckel. 641.
Manes, A., Grundzüge des Versicherungswesens. Von B. Blau. 415.
McIlwain, K., u. J. G. Brainerd, High frequency alternating currents. Von H. Faßbender. 47.
Menjelou, R., Le Facteur de Puissance des Installations Electriques Industrielles. Von M. Liwschitz. 143.
Milne-Thomson, L. M., Die elliptischen Funktionen von Jacobi. Von F. Emde. 415.
Mörtzsch, F., Elektrisches Kochen. Von B. Thierbach. 47.
Müller, H., Die Herstellung papierisolierter Starkstromkabel. Von G. Eggeling. 119.
Mueller, H. F., Das elektrische ABC. Von B. Thierbach. 366.
Müller-Liebenau, R., Die Offenbarung von Erfindungen als Grundlage ihres Schutzes. Von B. Blau. 642.

Neufeld, H., Die aktienrechtlichen Vorschriften. Von B. Blau. 144.

Oppenheim, W., Die Verwirkung im gewerblichen Rechtsschutz. Von B. Blau. 464.
Osburg, K. B., Verfrachtung und Frachtkostenberechnung im technischen Überseehandel. Von L. Mundt. 119.

Page, L., u. N. I. Adams, Principles of Electricity. Von Fraenkel. 619.
Pařez, B., Elektrotechnická ročenká ESČ 1932. Von G. W. Meyer. 367.
Paschkis, V., Elektrische Industrieöfen für Weiterverarbeitung. Von M. Pirani. 119.
Pinzger, W., Das deutsche Geschmacksmusterrecht. Von B. Blau. 392.
Pirrung, Elektrizitätstarife. Von H. v. Renesse. 343.
Pohl, R. W., Einführung in die Mechanik und Akustik. Von E. Lübcke. 343.
Praetorius, E., Billige Kessel, billiger Dampf. Herausg. v. G. v. Hanffstengel. Von K. Schröder. 642.

Raskop, F., Katechismus für die Ankerwickelei. Von H. Decker. 166.
Richter, R., Elektrische Maschinen, Bd. 3. Von R. Küchler. 463.
Rohde, H., Berechnungsgrundlagen und konstruktive Ausbildung von Einlaufspirale und Turbinensaugrohr bei Niederdruckanlagen. Von D. Thoma. 119.

Schering, H., Handbuch der Experimentalphysik, Elektrische Beleuchtung. Herausgeg. v. W. Wien u. F. Harms. Von W. Voege. 166.
Schmidt, J., s. Stäger, H.
Schröter, F., Die Glimmlampe und ihre Schaltungen. Von W. Burstyn. 414.
Schulz, E., Turbokompressoren und Turbogebläse. Von P. Ostertag. 24.
Sellin, W., Handbuch der Ziehtechnik. Von Witt. 24.
Skaupy, F., u. M. Wolff, Die Grundlagen des Tonfilms. Von Jos. Mayer. 511.
Stäger, H., Elektrotechnische Isoliermaterialien. Herausg. v. J. Schmidt. Von G. I. Meyer. 296.
Steenbeck, M., s. Engel, A. v.
Sturzenegger, P., Maste und Türme in Stahl. Von Th. Müller. 47.

Ungern-Sternberg, R. v., Die Planung als Ordnungsprinzip der deutschen Industriewirtschaft. Von F. Leitner. 72.

Volkmann, W., Die elektrische Schulausrüstung. Von K. Elbel. 415.

Waldram, J. M., s. Jolley, L. B. W.
Weber †, C. L., u. R. Zaudy, Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebspannungen unter 1000 V. Von W. Zimmermann. 619.
Wien, W., s. Küpfmüller, K., und Schering, H.
Wiesemann, H., Basteltechnik im Empfängerbau. Von K. Mühlbrett. 71.
Wilson, G. H., s. Jolley, L. B. W.
Witte, H., Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Von H. Schulze. 270.
Wolf, K., Lehrbuch der Technischen Mechanik starrer Systeme. Von J. W. Geckeler. 166.
Wolff, M., s. Skaupy, F.

Zaudy, R., s. Weber †, C. L.
Zeise, H., Repertorium der physikalischen Chemie. Von K. Arndt. 415.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Kommissionen und Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Entwürfen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen).

Kommission für Anlasser und Steuergeräte.
VDE 0650/1928 „Reg. f. d. Bew. u. Prüf. v. Anlassern u. Steuergeräten R. E. A." Änd. 245. 265. 534.

Kommission für Drähte und Kabel.
VDE 0250/1931 „Vorschr. f. isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L.". Änd. 413.
VDE 0255/1928 „Vorschr. f. Bleikabel in Starkstromanlagen". Änd. 315.

Kommission für Elektrowerkzeuge.
VDE 0740/1932 „Vorschr. f. Elektrowerkzeuge f. Spann. bis 250 V gegen Erde V. E. Wz.". 510.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.
VDE 0100/1930 „Vorschr. nebst Ausführungsreg. f. d. Err. v. Starkstromanl. m. Betriebsspann. unter 1000 V, V. E. S. 1". Auslegung. 594.
VDE 0128 „Reg. f. d. Errichtung v. Leuchtröhrenanlagen". Entw. 617.
— Einführung dazu. W. Starck. 616.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.
VDE 0101/1930 „Vorschr. nebst Ausführungsregeln f. d. Errichtung v. Starkstromanl. m. Betriebsspann. v. 1000 V u. darüber V. E. S. 2". Änd. 290.
VDE 0128. „Reg. f. d. Errichtung v. Leuchtröhrenanlagen." Entw. 617.
— Einführung dazu. W. Stark. 616.

Kommission für Handgeräte.
VDE 0751 „Vorschr. f. elektromedizin. Hochfrequenzapparate z. Diathermie u. Hochfrequenzchirurgie V. E. Med. 2.". Entw. 388.

Kommission für Hochfrequenztechnik.
VDE 0870/1933 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L. R. K.". Entw. 140. Schlußentw. 484.
VDE 0860/1933 „Vorschr. f. Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V. R. G." Schlußentw. 315.

Kommission für Installationsmaterial.
VDE 0610/1928 „Vorschr., Reg. u. Normen f. d. Konstr. u. Prüf. v. Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." Änd. 140. 163. 510. 534.
Normblatt DIN VDE 9046 „Erdungsschellen für Installations- und Schaltanlagen". Zurückziehung des Entw. 22.

Kommission für Isolieröle.
VDE 0370 „Regeln f. d. Bew. u. Prüf. v. Isolierölen für Transformatoren und Schalter R. E. Ö." Entw. 359. B. 534.

Kommission für Isolierstoffe.
VDE 0326/1933 „Leits. f. d. Prüfung v. Hartpapierformstücken." Entw. 337. 510.
— Erklärungen dazu. 340.
VDE 0315 „Leits. f. d. Lieferung u. Prüfg. v. Preßspan." Entw. 592.
Normblatt DIN VDE 602 „Rollen-Preßspan". Entw. 593.

Kommission für Schaltgeräte.
VDE 0660/1928 „Reg. f. d. Konstr., Prüf. u. Verwendung v. Schaltger. bis 500 V Wechselspann. u. 3000 V Gleichspann. R. E. S." Änd. 245. 534.
VDE 0663 „Leits. f. Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung." Entw. 362.

Kommission für Überspannungsschutz.
VDE 0678 „Leits. f. d. Bewertung u. Prüfung v. Überspannungschutzgeräten für Starkstromanlagen L. P. Ü." Entw. 114.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.
VDE 0431/1933 „Reg. f. d. Messen v. Spann. in Röntgenanlagen m. d. Kugelfunkenstrecke". Schlußentw. 459.
VDE 0442/1933 „Leitsätze f. d. Ausf. v. Hochspannungsprüfungen m. Wechselspannungen". Schlußentw. 385.
VDE 0450/1933 „Leits. f. d. Prüfung m. Spannungsstößen". Einführung u. Entw. 290.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.
VDE 0550 „Reg. f. d. Konstr. u. Prüf. v. Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren f. Kleinspannung u. Kleinleistung R. E. T. K. /1935". Entw. 265.
— Erklärungen dazu. 293.

Normblätter.

DIN VDE 9046 „Erdungsschellen für Installations- und Schaltanlagen". Zurückziehung des Entw. 22.
DIN VDE 602. „Rollen-Preßspan". Entw. 593.

Prüfstelle des VDE.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 23. 142. 486. 641.
Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des Verbandskennzeichens. 269.

Digitized by Google

Installations-Selbstschalter. 534. 641.
Plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen. 594.

Jahresversammlung.

Bekanntmachung betr. VDE-Veranstaltung 1933. 190. 534.
Bericht über die Tätigkeit des Verbandes seit der letzten mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung in München 1932/33. 435. 460.
Übersicht über die Beschlüsse des mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusses vom 11. Juni 1933 in Wiesbaden. 639.

Verschiedenes.

Bekanntmachung betr. die am 1. 1. 33 in Kraft tretenden Bestimmungen. 22.
Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ. 22. 46. 118.
Neuanfertigung von ETZ-Einbanddecken 1931. 70.
Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz. 94. 294.
7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz. 114.
VDE-Vorschriftenbuch, 19. Auflage. 190. 224. 246. 434. 459. 483. 510.
Die neue Numerierung der VDE-Arbeiten. 317.
7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris vom 16. bis 24. VI. 1933. 591.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen.

Jahresversammlung. 93.
Ordentliche Sitzungen. 69. 187. 289. 384. 509.
Fachsitzungen für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE). 69. 242. 314.
Fachsitzung für Installationstechnik (EVI). 45.
Fachsitzungen für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN). 22. 337.
Vortragsreihe „Technische Akustik mit besonderer Berücksichtigung der Lärmbekämpfung". 94. 114.
Vortrags- und Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen. 114. 265. 385.
Besichtigung des Osram-Museums. 70. 94.
Besichtigung des Ausbesserungswerks Schöneweide der Deutschen Reichsbahn in Berlin-Niederschöneweide. 314.
Besichtigung der Kühltransit-Aktiengesellschaft. 432. 459.
Festabend. 21.
Ausflug mit Damen nach Paretz. 480.

Sitzungsberichte.

8. XI. 1932. 243.
13. XII. 1932. 45.
31. I. 1933 (Jahresversammlung). 187.
28. II. 1933. 289.
28. III. 1933. 358.
25. IV. 1933. 509.
30. V. 1933. 639.

Vorträge.

Vortragsreihe des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Die heutigen Probleme der Astronomie." 21.
Vortragsreihe „Technische Akustik mit besonderer Berücksichtigung der Lärmbekämpfung". 94. 114.
Ausschnitt aus den Sitzungen des Fachausschusses für Installationstechnik (EVI) im Elektrotechnischen Verein im Winterhalbjahr 1932/33. 336.
Beckmann, C., Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen. *465.
Fleischer, W., Tätigkeit der Kommandostelle der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt. Ges. (BEWAG). *49. *76.
Lubberger, Die Fernsprech-Versorgung großer Städte. Vortr. u. Bespr. 243.
Schickhardt, P., Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsverfahren im Elektro-Installationsgewerbe. *276.

Verschiedenes.

Bekanntmachung betr. Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins. 22.
Vierstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen, sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen. 223.
Bibliothek des E. V. 224.
Bekanntmachung betr. Reisebericht über den Besuch des Deutschen Museums. 358.
Bekanntmachung betr. Vortrag des Ingenieurdienst E. V. Bezirksstelle Berlin. 408.
Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932. 408. 432. 480.
Mitgliedsbeitrag. 615. 638.
Bekanntmachung betr. Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins. 615. 638.

Andere Vereine des VDE und fremde Vereine und Verbände.

Sitzungskalender. 23. 46. 70. 96. 118. 143. 164. 190. 224. 246. 269. 295. 318. 342. 365. 391. 413. 438. 462. 486. 535. 594. 619. 641.
Elektrotechnischer Verein des rheinwestf. Industriebezirks e. V., Vortrag C. Körfer, Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern. 145.
25-jähriges Bestehen des Elektrotechnischen Vereins am Niederrhein. 365.
Interessengemeinschaft staatlicher und kommunaler Elektrizitätswerke Deutschlands. 357.
Vereinigung Elektrotechnischer Spezialfabriken e. V. (VES), Berlin. 407.
Sechster Fachverbandstag des Reichsverbandes der Handelsvertreter für Elektrotechnik. 432.
Bücherei und Archiv der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft. 43.
Jahrestagung des Weltrundfunkvereins. 73.
Gesellschaft für elektrische Musik. 139.
50 Jahre Elektrotechnischer Verein in Wien. 312.
Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband. 457.
Sitzung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Chemischen Gesellschaft anläßlich der Anwesenheit von I. Langmuir in Berlin. 126.
Gründung der Deutschen Gesellschaft für Erdölforschung. 432.
14. Jahres-Hauptversammlung des Deutschen Verbandes der Elektrizitätswerke in der Tschechoslowakei mit dem Sitze in Karlsbad. G. W. Meyer. 591.
Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. 610.
Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. Przygode. 612.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

AEG-Umsatz. 187.
Überseeaufträge. 288.
Auslandsaufträge. 314.
50 Jahre AEG. F. Ferrari. 369.
Neue Vorstandsmitglieder. 508.
Neue AEG-Lieferungen. 638.
Außenhandel (auch Marktverhältnisse usw.).
— **Amerika,** Elektroausfuhr der V. S. — 1932. 595.
— **China,** Elektroeinfuhr. 72.
— **Britisch-Indien,** Elektroeinfuhr 1930/31 und 1931/32. 620.
— **Deutschland,** Außenhandel, 1. Quartal 1933. 487.
Deutscher Elektro-Außenhandel 1932 verglichen mit 1929 und 1925. 167.
Auslandsaufträge für die AEG. 314.
Überseeaufträge für die AEG. 288.
Auslandsaufträge für die Siemens-Schuckertwerke AG. 479.
Exportförderung im Dienste der Arbeitsbeschaffung. 479.
Weltpropaganda für deutsche Technik und Arbeit im Auslande. 637.
— **England** 1932 (X, XI) 248. (1932 insgesamt) 344. 1933 (I) 392; (II) 440.
— **Finnland,** Elektroeinfuhr. 1932. 488.
Rumänien, Mangel an Installationsmaterial infolge der Kontingentierung. 638.
— **Ungarn,** Elektroausfuhr. 144.
Aufträge Ungarns an die englische Industrie. 336.
Bank Elektrischer Werte A. G., Verkauf der —. 384.
Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G., Umbau der —. 512.
Brown-Boveri-Werke in Polen. 288.
Dampfkesselindustrie, Besitzwechsel in der —. 591.
Deutsche Fernkabel-G. m. b. H. im Jahre 1932. 458.
Elektroindustrie (s. a. Glühlampenindustrie u. bei den einzelnen Firmen).
Die Funkindustrie in der Saison 1932/33. Betrachtungen über Typenzahlen, Preise und Absatzmöglichkeiten. H. Menzl. *25.
Ausblick der Industrie- und Handelskammer zu Berlin auf das Jahr 1933. 48.
Großfusion der belgischen Elektrowirtschaft. 69.
Scharfe Krisenauswirkungen bei der amerikanischen Elektroindustrie. 96.
Aus den Jahresberichten deutscher elektrotechnischer Gesellschaften. 191.
Schweiz — Radioindustrie. 242.
Die deutsche Elektroindustrie im 4. Vierteljahr 1932. 248; im 1. Vierteljahr 1933. 464.
Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften. 271. 643.
Steigerung der Fabrikation von Schwachstromapparaten in Schanghai. 287.
Entwicklung und Probleme der nordamerikanischen Elektroindustrie. 296.
Starke Krisenwirkungen bei der Elektroindustrie in den V. S. Amerika. 320.
Guter Absatz. 358.
Radioindustrie in England. 358.
Aus den Jahresabschlüssen deutscher Elektrizitäts - Holdinggesellschaften. 367.
Die Aufteilung der süddeutschen Elektrisierungs-Aufträge. 431.
Die starkstromtechnischen Konzerne der V. S. Amerika 1932. 511.
Die Produktion der polnischen Elektroindustrie 1932. 536.
Elektroversorgung Großbritanniens im Jahre 1931. 272.
Elektrowerke A. G., Berlin. 384.

Digitized by Google

EMAG-Elektrizitäts-A. G., Frankfurt am M., Konkurs der —. 358.

Fuld-Konzern, Neuorganisation. 384. 458.

General Electric und Westinghouse, Auftragseingang und Umsatz bei der amerikanischen —. 480.

Geschäftswelt, Aus der —. 120. 144. 440. 488. 596.

Glühlampenindustrie u. -geschäft.

Stabiles Glühlampengeschäft in den V. S. Amerika. 144.

Amerikanisch-japanischer Glühlampenkrieg. 248.

Aus der Glühlampenindustrie. 296.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Britisch-Indien. 358.

Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Ein Beitrag zu Technik und Recht. B. Blau. 406.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Finnland. 458.

Einschränkung der Glühlampenproduktion in Japan. 458.

Zahlen aus der nordamerikanischen Beleuchtungsindustrie. 588.

Neueinstellungen und Änderungen des Vorstandes bei Osram. 591.

Guido Horn, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee. Jubiläum der Firma —, 113.

Hamburgische Electricitätswerke A. G., Ausdehnung der —. 336.

Insull-Konzern, Hohe Verluste beim — -Zusammenbruch. 24.

—, Abbau des —. 508.

Kabelwerk Rheydt A. G., Geschäftsbelebung. 408.

Lüdenscheider Fusion. 139.

Metallpreise (4. Vierteljahr 1932) 120; (1. Vierteljahr 1933) 416.

Mix & Genest A. G., Berlin. Geschäftsbelebung bei der —. 358.

Philips in Dänemark. 458.

Pintsch, 90 Jahre —. 432.

Preßstoffindustrie, Eigenversorgung in der holländischen —. 69.

Radio Corporation of America, Der Konzern der —. H. Winkler. *585.

Robert Bosch A. G., Stuttgart, Vollbeschäftigung in der —. 480.

— Belebung bei der —. 591.

Rußland. Kündigung des General Electric-Vertrages. 288.

Sachsenwerk, Vorstandswechsel. 113.

Siemens-Konzern, Aus dem —. 20.

Siemens-Umsatz. 187.

Auslandsaufträge der Siemens-Schuckertwerke. 479.

Sofina-Gruppe, Zusammenschluß in der —. 242.

Stettiner Elektricitäts-Werke, Stettin. 313. 358.

Telefunken, 30 Jahre —. 508.

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen A. G., Dortmund. 431.

Vogel, C. J. — Draht- und Kabelwerke A.-G., Jubiläum. 287.

V. S. Amerika, Der Wohlstand der — im Lichte der Finanzkontrolle. 392.

Westinghouse s. General Electric.

Digitized by Google

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Abadie, M., Edelgas-Entladungsröhren. 612.
Ackerat, J., Kaplan-Turbine für hohe Gefälle. 612.
Adelsberger, U., s. Meißner, W.
Aigner, V., Meßgeräte für Störungsaufklärung in Hochspannungsnetzen. 405.
Aitchison, T. C., Öldruckbehälter für Erdkabel. 285.
Albers-Schönberg, E. Die Isolierstoffe der Steatitgruppe. *545.
Altorfer, P., Dieselelektrische Triebfahrzeuge. 65.
Alvensleben, K. (Rezens.), G. Dettmar, Auskunftsbuch für die vorschriftsgemäße Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen. 165.
Angelini, M., Diagramme zur Bestimmung des Spannungsabfalles in Transformatoren mit mehreren Wicklungen. 427.
Apt (Rezens.), Practical cable jointing. 367.
Arndt, K. (Rezens.), H. Zeise, Repertorium der physikalischen Chemie. 415.
— W., Das Flimmern von Glühlampen bei Wechselstrom. 454.
Arnold, A. G., Die Tarifformen. *121.
Asch, E., Wattmeter für Hörfrequenz. 503.

Babits, V., Messung der Leistung an Niederfrequenz-Endverstärkern. 357.
Bachellery, M., Die Erfolge der französischen Südbahnelektrisierung. 40.
Bächtiger, Durch Batterie gespeiste Schienenbremsen für Straßenbahnen. 264.
Bader, W., Theorie der Kurzschlußbremse. 64.
Badum, E., Gummi, Guttapercha und Balata als Isolierstoffe in der Elektrotechnik. *540.
Baltzer, J., Einiges über Antriebswerke schreibender Meßgeräte. *377.
Banneitz, F. (Rezens.), K. Küpfmüller, Handbuch der Experimentalphysik, Schwachstromtechnik. Herausgeg. v. W. Wien u. F. Harms. 166.
Barkhausen, H., u. J. v. Brück, Der Verlauf des elektrischen Feldes in Elektronenröhren, gemessen im elektrolytischen Trog. *175.
Bauer (Rezens.), Kohlrausch, F., Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Neubearb. v. F. Krüger. 47.
Becker, G., Die Bemessung von Flüssigkeitswiderständen unter Berücksichtigung des Wehnelt-Effektes. 634.
Beckmann, C., Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen. Vortr. *465.
Behrens, P. s. Schmitt, H.
Benedicks, C., u. J. Härdén, Elektrischer Reflexionsofen. 588.
Bernhard, R., u. A. Kammerer, Einrichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Eichung von Meßgeräten für die Feststellung von mechanischen Bewegungen. *257.
Bertele, H. v., Selbsttätiger Gleichrichterbetrieb im Wiener Burgtheater. *371.
Besser, F., Grenzspannweiten bei Starkstromkreuzungen. *397. *446.
Biema, van, Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten. *249.
Biermanns, J., Der wirtschaftliche Druckgasschalter. *229.
Bihari, E., Nullpunktbelastung von ⅄/Y geschalteten Transformatoren. Brf. 295.
Billig, E., Zur Vorausberechnung der Fehler von normalen Stromwandlern. *374.
Bindler, E., Die kompensierte Einphasen-Asynchronmaschine. 63.
Bischoff, P., Meßgerät für Freileitungsbau. 156.
Blau, B., Die Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft. *13. *85.
— B., Elektrizitätswerke, die eine Monopolstellung innehaben, dürfen die Weiterbelieferung nicht von voller Bezahlung ihrer Forderungen aus früheren Lieferungen abhängig machen. 20.
— B. (Rezens.), H. Neufeld, Die aktienrechtlichen Vorschriften. 144.
— B. (Rezens.), F. Hess, Das Enteignungsrecht des Bundes. 247.
— B. (Rezens.), W. Pinzger, Das deutsche Geschmacksmusterrecht. 392.
— B., Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Ein Beitrag zu Technik und Recht. 406.
— B. (Rezens.), E. Axer, Der Verkaufswert industrieller Unternehmungen. 415.
— B. (Rezens.), A. Manes, Grundzüge des Versicherungswesens. 415.
Blau, B. (Rezens.), W. Oppenheim, Die Verwirkung im gewerblichen Rechtsschutz. 464.
— B. (Rezens.), R. Müller-Liebenau, Die Offenbarung von Erfindungen als Grundlage ihres Schutzes. 642.
Blaufuß, K., Anlassen von Synchronmaschinen mit asynchronem Generator (Clarksches Startverfahren). 588.
Bloch, L., Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts. Vortr. *393. *423.
Bluhm, E., Zwei Verfahren zur Herstellung von Oxydkathoden für Verstärkerröhren. 477.
Boas, H. (Rezens.), S. Bocksan, Nikola Tesla und sein Werk. Mit e. Geleitwort v. F. Kiebitz. 71.
Bobek, K., Verwerfungen im Ständereisen großer Wechselstrommaschinen durch Wärmeausdehnung. 109.
Bock, H., Ein funkenfreier Synchronisierapparat für Nach- und Voreilen. 63.
Bogorodizky, N., u. I. Maigeldinov, Die elektrischen Eigenschaften des russischen Kolophoniums. 335.
Böhlau, W., Mehrphasige Schaltungen für Lichtbogen-Stromrichter nach Marx. 158.
Bohlin, H., u. A. Brund, Nachbehandlung des Betons durch Zufuhr von Wärme auf elektrischem Wege. 284.
Bopp, E., u. W. Koch, Der Überstromwächter als Schutz von Generatoren und Anlagen. 184.
Born, F., Kraftfahrzeugbeleuchtung auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. 300.
— F. (Rezens.), L. B. W. Jolley, J. M. Waldram u. G. H. Wilson, The theory and design of illuminating engineering equipment. 439.
Boundy, R. H., Natrium als Leitermaterial. 626.
Brasch, A., u. F. Lange, Erzeugung sehr durchdringender Röntgen- und Korpuskularstrahlen. 312.
Bressi, A., Über einen Gleichstromverstärker. 287.
Broglio s. Pölzguter.
Brooker s. Southgate.
Brooks, H., Wirtschaftliche Entnahme kleiner Leistungen aus dem Hochspannungsnetz. 15.
Brown, W. C., Fortschritte im Beleuchtungswesen Amerikas im Jahre 1932. 286.
Brownlee, W. R., s. George, E. E.
Brüche, E., Ausmessung magnetischer Felder mit Elektronenstrahlen. 285.

Digitized by Google

Brück, J. v., s. Barkhausen, H.
Brüderlink, Induktivität, Energie und Stromkraft von Sammelschienen. 611.
Brülle, H., s. Schering, H.
Brund, A., s. Bohlin, H.
Bunzl-Geemen, F., Formen des Kleinstmotors. *194.
Burstyn, W. (Rezens.), M. v. Ardenne, Funk-Empfangs-Technik. 71.
— W., Vorwort zu den „Leitsätzen für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.". 140.
— W. (Rezens.), F. Schröter, Die Glimmlampe und ihre Schaltungen. 414.
Busquet, R., Straßenbeleuchtung mit neuzeitlichen elektrischen Geleuchten. 184.

Caldwell, F. C., Der wirtschaftliche Wert guter Straßenbeleuchtung. 503.
Capek, A., Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR). *573. *605. *629.
Carrara, N., Die Detektorwirkung beim Empfang ultrakurzer Wellen. 407.
Carroll, J. S., u. B. Cozzens, Koronamessung für Leitungen zwischen 220 und 330 kV. 589.
Carsten, H., u. C. H. Walter, Das Siccometer. 109.
Churcher, B. G., u. C. Dannatt, Luftkondensatoren für Hochspannungs-Meßzwecke. 285.
Civita, A., Rundfunk und Stromlieferung. 286.
Clark, C. C., s. Free, E. E.
Clausing, A., Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenzen. *54.
Cost, R. W., s. Mackall, K. W.
Cozzens, B., s. Carroll, J. S.
Czternasty, Elektroschweißung dickwandiger Gefäße. 429.

Dalchau, J., Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen. *253.
Dannatt, C., s. Churcher, B. G.
Darrieus, M., Mechanische Modelle zur Untersuchung von elektrischen Stabilitätsfragen. 456.
Decker, H. (Rezens.), F. Raskop, Katechismus für die Ankerwickelei. 166.
Degoumois, Ch., Die Störspannung und ihre Messung. 310.
Dennhardt, A., Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampf-Gleichrichter. *419.
Dettmar, G., Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder. *255. *281. *379.
— G., Die Bedeutung der Ebenheit von Platten und Topfböden für die Wirtschaftlichkeit des Kochens. *517.
Dikoff, A., Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens im Jahre 1931. *351.
Dittler, Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohleherd. Brf. 366.
Dodge, H. W., u. C. H. Willis, Spannungsregler mit Argonröhre. 262.
Dornig, W., Eine Maschine, die ein moduliertes Frequenzband erzeugt. *623.
Downes, A. C., s. Greider, C. E.
Dresler, A., Angleichung der Spektralempfindlichkeit von Photozellen an die des menschlichen Auges. 476.
— A., Die lichttechnischen Eigenschaften von Blitzlichtern. 530.
Dreyfus, L., Der Einfluß der Schrägstellung der Ankernuten auf die Streuung von Asynchronmaschinen. 333.
Duffing, G. (Rezens.), E. Falz, Grundzüge der Schmiertechnik. 271.

Edgerton, Stroboskopische Bewegungsbilder. 334.
Edler, R., Hebelumschalter für die Gruppenladung der Sammlerbatterien. Brf. 486.
Edwards, F. S., s. Goodlet, B. L.
Eger, G. (Rezens.), M. Eitel, Anleitung zu chemischen Übungen an höheren technischen Lehranstalten. 247.
Eggeling, G. (Rezens.), H. Müller, Die Herstellung papierisolierter Starkstromkabel. 119.
Eguchi, M., Der permanente Elektret. 112.
Elbel, K. (Rezens.), W. Volkmann, Die elektrische Schulausrüstung. 415.
— (Rezens.), Technik voran! Herausg. v. Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen. 439.
Elfe, K., Die Messe im Zeichen der Umstellung. *193.
Emde, F. (Rezens.), L. M. Milne-Thomson, Die elliptischen Funktionen von Jacobi. 415.
Engel, A. v., u. M. Steenbeck, Temperatur in der positiven Säule eines Gleichstrom-Lichtbogens. 112.

Faßbender, H. (Rezens.), K. Mc Ilwain u. J. G. Brainerd, High frequency alternating currents. 47.
Feige, A., u. F. Holzapfel, Dämpfung und Winkelmaß von Vierpolen mit geringen Verlusten. 42.
Feinberg, R., Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenstrom-Umformung mit Gleich- und Wechselrichtern. 261.
Feiner, H., Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. 455.
Ferrari, F., 50 Jahre AEG. 369.
Feußner, O., Neue Edelmetall-Thermoelemente für sehr hohe Temperaturen. *155.
Flegler, E., Verschleifung von Wanderwellen durch Kettenleiter. Brf. 414.
Fleischer, W., Tätigkeit der Kommandostelle der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG). Vortr. *49. *76.
Forwald, H., Streckenimpedanz und Schienenstrom bei Einphasenbahnen. 455.
Foust, C. M., Meßgeräte für Blitzmessungen. 16.
Fraenckel (Rezens.), L. B. Loeb, Fundamentals of Electricity and Magnetism. 463.
— (Rezens.), L. Page u. N. I. Adams, Principles of Electricity. 619.
— A. (Rezens.), A. Manduit, Machines Électriques. M. e. Vorw. v. A. Blondel. 641.
Free, E. E., u. C. C. Clark, Technisches Anwendungsgebiet für ultraviolettes Licht. 17.
Fröhlich, C., Wirbelstromverluste in massiven schmiedeeisernen Platten und Ringen. 63.
Fröndt, H., Umstellung bestehender Quecksilberdampf-Glasgleichrichter-Anlagen auf die Verwendung gittergesteuerter Glaskörper. *197.
Fuhrmann, Schiffstabilisierung mittels Kreisels und dessen Steuerung. 61.

Gaze, M., Drehmomentkupplung für Elektroantriebe. 584.
Geckeler, J. W. (Rezens.), K. Wolf, Lehrbuch der Technischen Mechanik starrer Systeme. 166.
Geldermann, A., Ausbau des elektrischen Vorortbetriebs im Nordwesten von Buenos Aires. *125.
Gemant, A., Elektrophotographie von Isolierstoffen. 66.
— A., Direkter Nachweis der Raumladung in Ölen. *468.
George, E. E., u. W. R. Brownlee, Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang. 476.
Gercke, M., Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken. *97.
Geyger, W., Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen. Brf. 342.
Gieß, H., Die Neuordnung des internationalen Fernmeldeverkehrs auf den Madrider Konferenzen. *231.
Gocht, K., Eisen- und Rückstromverluste in wechselstromgespeisten Einphasenkabeln. 158.
Goldschmidt, R., s. Jordan, H.
Gönczy, G. v., Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe. *279. B. 344.
Gonnard, P., Messung starker Gleichströme. 635.
Goodlet, B. L., F. S. Edwards u. R. R. Perry, Dielektrische Erscheinungen bei hohen Spannungen. 161.
Goerg, F., Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Baden im Jahre 1932. *601.
Gosebruch, W., Die Kosten dieselelektrischer Arbeit im Bereich von 7,14 bis 12,6 Rpf/kWh. *108.
— W., Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten. *307. *327.
— W., Die Elektrisierung landwirtschaftlicher Betriebe. *469.
— W. (Rezens.), I. Herrmann, Elektrotechnik, Bd. 4, Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. 641.
Grabner, A., Umformer-Lokomotiven. *273. *301.
Greider, C. E., u. A. C. Downes, Kohlebogen und Sonnenstrahlung. 109.
Gröber, R., Falschmessungen in Drehstromanlagen bei ungleicher Belastung beliebiger Art. *443.
Groot, W. de, Feldstärke und Ionenkonzentration vor der Kathode einer Bogenentladung. 111.
Grosse, H., Der Röntgenbildtonfilm. *177.
Guthmann, K., Einfluß der Rohgaseigenschaften auf die elektrische Hochofengas-Reinigung. 241.

Haag, L., u. O. Schwenk, Regelschalter für Anzapftransformatoren. *199.
Hak, J., Abschirmung einer eisenlosen ölgekühlten Drosselspule durch eine Hilfswicklung. *152.
Halbach, K., Die elektrische Rauhreif-Abheizung von Freileitungen. *33.
Halden (Rezens.) Svenska Electricitetsverksförneningens Statistik för Driftåret 1931. 319.
Hammerer, O., s. Norden, K.
Hänlein, W., Das Glas als Isolierstoff. *547.
Här, Fernsprech-Wählerbetrieb. 42.
Harber, Rohrförmige Traversen für Holzmaste. 252.
Härdén, J., s. Benedicks, C.
Härry, A., Die Elektrizität in norwegischen Haushaltungen. 309.
Hastings, M. B., s. Love, R. M.
Hauffe, G., Über Verlustleistungslinien. 30.
Hayn, E., Fortschritte im Bau von Regeltransformatoren. 15.
Heiles, F., Über die Magnetisierung des Dreiphasen-Kerntransformators. 404.

Digitized by Google

Heimann, W., Wirkungsgrad von elektromagnetischen und elektrodynamischen Lautsprechern. 286.
Herbert, E. G., Härtung von Metallen durch rotierende magnetische Felder. 67.
Hermanni, A., Die Isolierstoffe in der Installationstechnik. *567.
Herschdörfer, J., Die doppelt verkettete Streuung und das Übersetzungsverhältnis bei Einphasen-Kommutatormotoren. 183.
— J., Beitrag zur Theorie der doppeltgespeisten Induktionsmaschine. 404.
Herzfeld I, H. †, Ausübung von Patenten in Griechenland. 288.
— H. †, Prüfbefugnis des Patentamtes im Beschwerdeverfahren. 288.
Heyde, W., Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage. *491.
Heyl, O., Umstellung mit Gleichstrom betriebener Aufzüge auf Drehstrom. 37.
Heyland, A., Der im Leerlauf durch selbsterregte asynchrone Erregermaschine übererregte Asynchronmotor. *599.
Heyne, H., Eine neue Synchronisiereinrichtung für Hand- und selbsttätigen Betrieb. *321.
Hille, K., Eine neue Steuerung für elektrische Fahrzeuge. *9.
Hintze, R., Reihenkondensator und Spannungskleinregler in Niederspannungsnetzen. *621.
Höchtl, A. (Rezens.), Deutscher Ausschuß f. techn. Schulwesen, Lehrgang für Elektro-Installateure. 487.
Holladay, L. L., s. Luckiesh, M.
Holm, R., u. B. Kirschstein, Berechnung der elektrischen Durchbruchfeldstärke von Gasen mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems. 637.
Holzapfel, F., s. Feige, A.
Höpp, W., Neuartige Bauweise von Schaltgeräten. *203. B. 320.
Hudec, E., Die Abbildung beim Fernsehen. 19.
— E., Zur Physiologie des Fernsehens. 42.
Hug, A. M., Kurzschlußversuche an Motorgeneratoren. 404.
Hüter, W., Öl-Kondensator-Durchführung für 220 kV. Brf. 439.
— W., Technische Untersuchungen mit hohen Wechselspannungen. *513.
Huxley, L. G. H., s. Munro, G. H.

Imhof, A., Öl-Kondensator-Durchführung für 220 kV. Brf. 438.

Jacottet, P., Dämpfung und Wärmewirkung des Stoßstromes bei einfach gespeistem Netzkurzschluß. 427.
Jäger, P., Zwischenstaatlicher gemischter Ausschuß für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen betreffen. 137.
Janovsky, W., Schallempfindung, Schallreiz und die Hörbarkeit von Verzerrungen. 241.
Janowsky, B., s. Schramkow, E.
Ježek, F.-J., Ströme und zeitlicher Verlauf von Liniengleitfunken. 68.
Jordan, H., Th. Volk u. R. Goldschmidt, Pupinspulen mit Kernen aus Isopermblech oder -band. 477.
Junck, E., Über neuartige, Zeit und Energie sparende Schnellkocher. *81.

Kaan, E. R., Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen. *625.
Kahle (Rezens.), R. Jungmann, Das internationale Patentrecht. 595.
Kaiser, A., s. Schulz, W.
Kammerer, A., s. Bernhard, R.
Kammerloher, J., Über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und deren praktische Bedeutung. Brf. 366.
Kauders, W., Die Froschbeinwicklung. Brf. 535.
Keller, W., Berechnung des Spannungsverlustes unter Berücksichtigung der Selbstinduktion der Leitung. 634.
Kiebitz (Rezens.), H. M. Dowsett, Handbook of Technical Instruction for Wireless Telegraphists. 343.
Kiesewetter, B., Spaniens Kraftwirtschaft. *57.
Kießkalt, Schweißnahtprüfer. 612.
Kirch, E., Vergußmassen für Kabelzubehörteile und ihre Aufgaben. *557.
Kirk, E. B., Theater-Oberleuchten. 588.
Kirschstein, B., s. Holm, R.
Kluge, J., u. H. E. Linckh, Piezoelektrische Messungen mechanischer Größen. 158.
Koch, W., s. Bopp, E.
Kofler, F., u. G. Schefels, Temperaturmessung und -regelung in metallurgischen Öfen. 427.
Kölsch, Das Fernmeldewesen im 1. Halbjahr 1932. *73.
Körfer, C., Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern. Vortr. *145.
Korisko, H., Nullpunktbelastung von ⅄/⅄ geschalteten Transformatoren. Brf. 295.
Korndörfer, M., Zur Berechnung von Transformatoren. *83.
Kosack, E., Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen. Brf. 342.
Kozisek, J., Sollen raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen kompensiert werden? *12.
Krahe, F. (Rezens.), H. Furler, Besitz, Verkehrsgeltung, Verwirkung im Wettbewerbsrecht. 191.
Kraska, W. (Rezens.), E. Krebs, Technisches Wörterbuch. 191.
— W. (Rezens.), H. Krenkel, Offingers Technologisches Taschenwörterbuch in fünf Sprachen. 487.
Krug, W., Verschleifung von Wanderwellen durch Kettenleiter. Brf. 414.
Krüger, K., Funkwellen in der Stratosphäre. Brf. 247.
Küchler, R., Das Verhältnis der Stromdichten bei Einheits-Transformatoren. Brf. 318.
— R. (Rezens.), R. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. 3. 463.
Kühns, A., Niederspannungs-Hochleistungsicherungen der SSW. 133.
Kümmich, R., Versuche über die Vorgänge in der Dämpferwicklung einer Synchronmaschine beim Pendeln. 381.
Kurz, E. J. (Rezens.), F. Bergtold, Grundbegriffe der Elektrotechnik. 595.

Lange, F., s. Brasch, A.
— H., Entmagnetisierungsfaktor verschiedener Probeformen. 478.
Langmuir, I., Adsorptionsvorgänge von Metallen an metallischen Oberflächen. 126.
Lehmann, Th., Auswertung von Wirbelfeldern mit Hilfe von wirbelfreien Feldern. 157.
— Th., Ersatz einer Erregerspule mit räumlicher Ausdehnung durch eine einzige Wicklung mit unendlich kleinem Querschnitt. 427.
Lehmann, Th., Bestimmung des Ankerfeldes einer Maschine aus dem Polradfeld. 634.
Leithäuser, G., Über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und deren praktische Bedeutung. Brf. 366.
Leitner, F. (Rezens.), R. v. Ungern-Sternberg, Die Planung als Ordnungsprinzip der deutschen Industriewirtschaft. 72.
Lewitus, A., Die Froschbeinwicklung. Brf. 535.
Liese, Beurteilung zweier neuer Kyanisierungsarten nach mykologischer Methode. Brf. 270.
Linckh, H. E., s. Kluge, J.
Little, W. F., s. Luckiesh, M.
Livonius, E. M. v. (Rezens.), M. Gercke, Dieselmotoren in der Elektrizitätswirtschaft. 71.
— v. (Rezens.), H. Ludewig, Grundlagen, Entwicklung und Stand der Lieferpreise für elektrische Arbeit. 165.
—, E. M. v. (Rezens.), Der AEG-Konzern 1932; Der Siemens-Konzern 1932; B. K. L. Berliner Kraft- und Licht-A.G., Berlin; Preußische Elektrizitäts-A.G. (Preußenelektra), Berlin. 320.
Liwschitz, M. (Rezens.), R. Menjelou, Le Facteur de Puissance des Installations Electriques Industrielles. 143.
Lončar, J., Einige Beobachtungen beim Oszillographieren. *522.
Love, R. M., M. B. Hastings u. G. F. Mudget, Beleuchtung des Welland-Kanals. 64.
Lubberger, F., Der gegenwärtige Stand der Fernsprech-Nebenstellentechnik in der Welt. *201.
— Die Fernsprechversorgung großer Städte. Vortr. u. Bespr. 243.
Lübcke, E. (Rezens.), A. v. Engel u. M. Steenbeck, Elektrische Gasentladungen. 143.
— E. (Rezens.), R. W. Pohl, Einführung in die Mechanik und Akustik. 343.
Luckiesh, M., C. H. Sharp u. W. F. Little, A. H. Taylor u. L. L. Holladay, Zur Messung der Ultraviolett-Lichtquellen. 17.
Lund, H., Über das Anfahrverhalten des Kurzschlußmotors unter dem Einfluß der Rotoroberfelder. 453.
Lütjens, H., Die erste 100 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern. *31.

Mackall, K. W., R. W. Cost, D. C. Young, Luftverkehrsbeleuchtung in Amerika. 238.
Marx, Erw., Einführung zu VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen." 290.
— Erw., Probebetrieb eines Lichtbogenventils für große Durchgangsleistung im Kraftwerk Zschornewitz der Elektrowerke A. G. Die neueste Entwicklung dieser Ventile. *396.
Maryssael, G., s. Steels, O.
May, P., Unterlager für Elektrizitätszähler und Lagerprüfeinrichtung. P. May. *349.
Mayer, H. F., Grundzüge eines allgemeinen Fernleitungsplans für den Welt-Fernsprechverkehr. 18.
— J. (Rezens.), R. Dahlgreen, Tonfilmwiedergabe. 463.
— J. (Rezens.), F. Skaupy u. M. Wolff, Die Grundlagen des Tonfilms. 511.
Meister, K., Die neue Maschinenschaltanlage des städtischen Elektrizitätswerkes Würzburg. *577.
Meißner, W., u. U. Adelsberger, Vibrationsgalvanometer mit weitgehender Frequenzunabhängigkeit. 134.

Digitized by Google

Menzl, H., Die Funkindustrie in der Saison 1932/33. Betrachtungen über Typenzahlen, Preise und Absatzmöglichkeiten. *25.

Meyer, E., Selbsttätige Nachhallmessung. 285.

— G. I. (Rezens.), H. Stäger, Elektrotechnische Isoliermaterialien. Herausg. v. J. Schmidt. 296.

— G. W. (Rezens.), B. Pařez, Elektrotechnická recenká ESČ 1932. 367.

— G. W., 14. Jahres-Hauptversammlung des Deutschen Verbandes der Elektrizitätswerke in der Tschechoslowakei mit dem Sitze in Karlsbad. 591.

Moench, F., Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik. *561.

Mörtzsch, F., Der Stand der elektrischen Küche im In- und Ausland 1932. *345.

Moskwitin, A., Stroboskopische Vorrichtung zum Oszillographen und ihre Anwendung zur Untersuchung der Stromverdrängung. 38.

Motor Columbus, Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österr. Bundesbahnen. Brf. 595.

Mudget, G. F., s. Love, R. M.

Mühlbrett, K. (Rezens.), H. Wiesemann, Basteltechnik im Empfängerbau. 71.

Müller, Hans, Unsymmetrisch verseilte Vierleiter-Starkstromkabel mit runden Leitern. 400.

— Har., Zur Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in Mittelspannungsnetzen. *225.

— Har., Das Verhalten der Isolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Ablaufs. 236. 430.

— Har. (Rezens.), S. Franck, Meßentladungsstrecken. 536.

— R. W., Bewegung großer Dampfturbinen mit Rücksicht auf Betriebspausen. 590.

— Th. (Rezens.), P. Sturzenegger, Maste und Türme in Stahl. 47.

— Th., Neue Pfahlgründung im Freileitungsbau. 87.

Mundt, L. (Rezens.), K. B. Osburg, Verfrachtung und Frachtkostenberechnung im technischen Überseehandel. 119.

Munro, G. H., u. L. G. H. Huxley, Peiluntersuchungen mit einem Kathodenoszillographen während der Seereise von England nach Australien. 311.

Neumann, H., Die Stromart von Kaikränen. 185.

Nikuradse, A., u. R. Russischwili, Die Temperaturabhängigkeit des Sättigungsstroms und ihre Wirkung auf die Leitfähigkeit bei hohen Feldern in dielektrischen Flüssigkeiten. 112.

Nissel, Elektrowärme in den V. S. Amerika. 39.

Noddack, W. und J., Rhenium. 43.

Nölle, H., Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Schnellreserve. *324.

Norberg Schulz, Die Versorgung Norwegens mit elektrischer Arbeit für bürgerliche Zwecke. *107.

Norden, K., u. O. Hammerer, Erklärungen zu VDE 0550 „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R. E. T. K. / 1935". 293.

Nystrom, C. W., Die Verlegung von 800 km bandarmierten Fernsprechkabeln mit einem Pflug. 609.

Oday, A. B., u. L. C. Porter, Ultraviolett-Lichtquellen für Allgemeinbeleuchtung. 610.

Ohashi, K., Das Nebensprechen als Reflexionserscheinung. 455.

Ohlmüller, F., Die Dampfanlagen der Kraftwerke. *1.

Orlich, E. (Rezens.), A. Fraenckel, Theorie der Wechselströme. 343.

— E., Die Frühjahrsausstellung im Hause der Elektrotechnik. *441.

— E., Isolierstoffe und deren Anwendung. *537.

Ostertag, P. (Rezens.), E. Schulz, Turbokompressoren und Turbogebläse. 24.

Oetker, Ein Oberwellen-Voltmeter. 405.

Parodi, M., Zur Elektrisierung der Paris-Orléans-Bahn. 110.

Perry, R. R., s. Goodlet, B. L.

Pfestorf, G., Die Messe der britischen Industrie 1933. *523.

— G., s. Vieweg, R.

Pirani, M. (Rezens.), V. Paschkis, Elektrische Industrieöfen für Weiterverarbeitung. 119.

Pohl, R., Vorgänge beim Kurzschluß eines Synchrongenerators. *127.

Pohlhausen, K. (Rezens.), K. Daeves, Praktische Großzahl-Forschung. 511.

Pohontsch, Verzerrungen bei der Modulation mittels Eisendrossel, untersucht am Maschinensender. 382.

Pölzguter u. Broglio, Hochfrequenzöfen. 135.

Porter, L. C., s. Oday, A. B.

Pöschl, Th. (Rezens.), F. Auerbach u. W. Hort, Technische und physikalische Mechanik starrer Systeme. 440.

Potthoff, K., Messung von Koronaverlusten an einer Drehstromleitung. *169.

Praetorius, E., Anheizen und Regeln von Spitzenkesseln für Elektrizitätswerke. *499.

Prince, D. C., u. W. F. Skeats, Löschkammer-Ölschalter. 183.

Prox, Elektroschweißung dickwandiger Gefäße. 428.

Przygode, 39. Deutsche Landwirtschaftliche Wander-Ausstellung der D. L. G. 530.

— Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure. 612.

Punga, F. (Rezens.), M. Liwschitz, Die elektrischen Maschinen. 23.

— F., Das Stromvektordiagramm des Einphasenmotors mit Kapazität in der Hilfsphase. *304. *347.

Rayner, E. H., Ein Widerstand für die Messung großer Gleichströme. 475.

Rebhan, J., Zur Mechanik des Durchschlags von Transformatorenöl. *4.

Renesse, H. v. (Rezens.), Pirrung, Elektrizitätstarife. 343.

Richter, R., Das Verhältnis der Stromdichten bei Einheitstransformatoren. *27. Brf. 318.

Ritz, H., Überschlag-Feldstärke von Isolatoren. 42.

Rixe, H., Rohrmaste. 333.

Robitzsch, M., Ein thermoelektrisches Reversions-Kugelaktinometer. 238.

Rödiger, W., Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933. *297. B. 464.

Rohde, L., u. W. Schlegelmilch, Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren. *580.

Roman s. Southgate.

Roper, D. W., Die Herabsetzung der Isolationsstärke von Kabeln. 285.

Rothe, R. (Rezens.), K. Knopp, Theorie und Anwendung der unendlichen Reihen. 619.

Rüdenberg, Die synchronisierende Leistung großer Wechselstrommaschinen. 16.

Rudra, J. J., Mehrphasige kompensierte Kommutator-Induktionsmotoren. 529.

Runge, W. (Rezens.), H. Faßbender, Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt. 619.

Russischwili, R., s. Nikuradse, A.

Rüttgerswerke-Aktiengesellschaft, Laboratorium der —, Beurteilung zweier neuer Kyanisierungsarten nach mykologischer Methode. Brf. 270.

Ryall, L. E., Eine einfache Neonröhre als Scheitelwertmesser für Hochspannung. 454.

Sanford, R. L., Leistung des Fahy-Simplex-Permeameters. 286.

Sarazin, R., Die Schmiedbarkeit der nach dem elektrischen Lichtbogenverfahren ausgeführten Schweißungen. 505.

Schäfer, H., Der Leistungspreistarif für Kleinabnehmerlieferungen. *525.

Schantz, Verwendung von elektrischen Überhaubohrmaschinen im Steinkohlen- und Kalibergbau. 89.

Schefels, G., s. Kofler, F.

Schering, H., u. H. Brülle, Die Bestimmung der Hochspannung bei Verlustfaktormessung mit der Brücke. *51.

Schenkel, M., Der Ständerwiderstand und die Drehmomente der Synchronmaschine. 15.

Schickhardt, P., Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsverfahren im Elektro-Installationsgewerbe. *276.

Schiemann †, M., Elektrischer Verschubdienst für Fabriken. 588.

Schilling, W., Beitrag zur Berechnung der Schutzwirkung von Erdseilen. *79.

Schlegelmilch, W., s. Rohde, L.

Schleicher, M. (Rezens.), Relaisbuch. 319.

Schmidt, F., Untersuchung der Induktion von Eisen beim Zugversuch. 160.

Schmitt, H., u. P. Behrens, Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Seilschwingungen. Vortr. *603.

Schnell, C. E., Erfahrungen mit einem wasserstoffgekühlten Phasenschieber. 476.

Schob, A., Zur Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe. *555.

Schramkow, E., u. B. Janowsky, Methode zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit von Blechen. 309.

— E., u. B. Janowsky, Magnetisierung und Alterung von Dauermagneten. 478.

Schramm, W., Gummifreie Isolierpreßstoffe. *553.

Schroeder, K. (Rezens.), E. Praetorius, Billige Kessel, billiger Dampf. Herausg. v. G. v. Hanffstengel. 642.

—, R., Glimmer und Glimmerprodukte. *541.

Schrottke, F., Ölkabel. 633.

Schulz, W., u. A. Kaiser, Einfluß der Grubenlokomotiven auf die Wetterführung. 610.

Schulze, H. (Rezens.), H. Witte, Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. 270.

— H., Ein neuer lastabhängiger Grundgebührentarif für Kleinabnehmer. 527.

Schulze-Herringen, E., Leistungsverhältnisse bei Großsendern. Brf. 164.

Schumann, W. O., Selbsterregung von Verstärkern durch Kopplung der Anodenströme. 335.

Schwager, A. C., Ein „fehlerloser" Stromwandler (Einleiterwandler). 503.

Digitized by Google

Schwaiger (Rezens.), O. Burger, Berechnung von Gleichstrom-Kraftübertragungen. 463.
— A., Belastungsausgleich in Kraftwerken. *417. B. 512.
— A., Schichtung von Isolierstoffen. 589.
Schwarz, St., Wirtschaftlichkeit von Phasenkompensationsanlagen. 157.
Schwenk, O., s. Haag, L.
Senger (Rezens.), F. List u. J. Baerwald, Elektrische Strömungs- und elektrische Schwingungs-Energie als Rechtsbegriff. Herausg. v. F. List u. C. H. Henco. 23.
Senst, W., u. E. Wandeberg, Erläuterungen zu VDE 0326 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken." 340.
— W., Geschichtete und geklebte Isolierstoffe. *549.
Sequenz, H., Die Froschbeinwicklung. Brf. 535.
Settle, T., Elektrische Großküchen in England. 335.
Sharp, C. H., s. Luckiesh, M.
Sieber, F., Elektromagnetischer Vibrograph. 428.
Siedle, F., Die neue 22 atü-Dampfkraftanlage des Kraftwerkes Engerthstraße der Wiener städt. Elektrizitätswerke. 457.
Sims, L. G. A., Verwendung des Gußeisens als Wärmespeicher. 64.
Sinclair, C. T., s. Stanley, R. M.
Skeats, W. F., s. Prince, D. C.
Slutzkin, A. A., u. D. S. Steinberg, Kurzwellige Schwingungen in magnetischen Feldern. 504.
Smith, R. E., u. L. A. Kelley, Eine Trägerstrom-Telegraphie-Anlage. 357.
Söllner, K. (Rezens.), F. Auerbach u. W. Hort, Grenzgebiete der technischen und physikalischen Mechanik. 367.
Southgate, Brooker, Whitehead u. Roman, Versuche mit Stoßspannungen an Unterwerken. 68.
Späth, W., Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen. *10.
— W., Schwingungsprüfmaschinen in der Elektrotechnik. *519.
Stach, H., Isoliertechnik im Maschinenbau. *563.
Stahl, E., Wirtschaftliche Belastung von Kraftwerken. 138.
Stanley, R. M., u. C. T. Sinclair, Das Primärmaschennetz für Gebiete mittlerer Belastung. 133.
Stark, W., Einführung in die „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen". 616.
Steels, O., u. G. Maryssael, Bestimmung der Feldverteilung an Hochspannungsisolatoren. 505.
Stehelin, J., Der Großkondensator als Phasenschieber in Hochspannungsnetzen. 529.
Steinberg, D. S., s. Slutzkin, A. A.
Stern, W., Neues Verfahren zur eindeutigen Ermittlung des Höchstverbrauchs. 213.
Sterr, P. v. d., Zur Entwicklung des Netzschutzes. *7.
Steudel, U., Leistungsverhältnisse bei Großsendern. Brf. 164.
Stritzl, P. Frh. v., Das englische Landesleitungsnetz. *448.
Strutt, M. J. O., Strahlung von Antennen unter dem Einfluß der Erdbodeneigenschaften. 504.
Suits, C. G., Blinkende Lampen ohne Schalter. 38.

Tausz, J., Isolieröle. *558.
Taylor, A. H., s. Luckiesh, M.
Teszner, M., Überspannungsableiter für Niederspannungsnetze. 88.
Thierbach, B. (Rezens.), F. Mörtzsch, Elektrisches Kochen. 47.
— B. (Rezens.), H. F. Mueller, Das elektrische ABC. 366.
Thieß (Rezens.), Bulletin des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie Rumäniens. 464.
Thoma, D. (Rezens.), H. Rohde, Berechnungsgrundlagen und konstruktive Ausbildung von Einlaufspirale und Turbinensaugrohr bei Niederdruckanlagen. 119.
— W., Das Anlaufdrehmoment des Einphasen-Induktionsmotors mit Hilfsphase. 528.
Timascheff, A. v., Näherungsverfahren zur Berechnung von Fernkraftübertragungen. 133.
Todesco, G., Wirkung eines magnetischen Feldes auf die Fortpflanzung einer elektromagnetischen Welle in einem ionisierten Medium. 611.
Töfflinger, K., Der Einfluß von höheren Harmonischen der Klemmenspannung auf die Betriebseigenschaften des Einphasen-Bahnmotors. *329.
Tschiassny, L., Die Wärmeableitung in Dreileiterkabeln unrunden Querschnitts. 636.
Traugott, C., Das neue Kabel Key West-Havanna 1930 bis 1931. *101.

Upmalis, A., Die Elektrizitätswirtschaft Lettlands. *233. B. 392.

Vahl, H., Der Einfluß der Wandlerfehler auf die Genauigkeit bei Leistungsmessungen. *29.
Vassillière Arlhag, J., Ein neuer Schleifenoszillograph. 134.
Vieweg, R., Einführung zu den „Leitsätzen für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen, L. P. Ü." 114.
— R., u. G. Pfestorf, Natürliche Isolierstoffe (Marmor, Schiefer, Holz, Asbest u. a.). *538.
— R., u. G. Pfestorf, Stand der Isolierstoff-Forschung. *569.
Voege, W., (Rezens.), H. Schering, Handbuch der Experimentalphysik, Elektrische Beleuchtung. Herausgeg. v. W. Wien u. F. Harms. 166.
— W. (Rezens.), M. Lukiesh, Artificial Sunlight. 319.
Voit, L., Die Polizei-Straßenmelder- und Polizei-Notrufanlage der Polizeiverwaltung Berlin. 160.
Volk, Th., s. Jordan, H.
Voerste, F., Die Umgestaltung von Wanderwellen durch Koronaverluste. *452.
Wagner, G., Leichtmetall-Stadtbahnwagen. 382.
Wallich, J., Einrohr-Durchführungen. 207.
Wallot, J. (Rezens.), W. Jaeger, Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik. Bd. 4, Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik. 247.
— J., Zur Frage der rationalen Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre. *495.
Walter, C. H., s. Carsten, H.
Wandeberg, E., s. Senst, W.
Watts, T. R., Getriebeloser Synchron-Kleinmotor für Uhren. 183.
Weicker, W., Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe. *543.
— W., Das Porzellan im Bau von Freileitungen und Schaltanlagen. *565.
Whitehead s. Southgate.
Wild, W., Ein Gerät zum Messen des Frequenzspektrums von Rundfunkstörern. *149. *172.
Wilkinson, E., Untersuchungen über die Wirkungsweise des Klydonographen. *627.
Willis, C. H., s. Dodge, H. W.
Winkler, G. H., Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933 außerhalb des HDE. *489.
— G. H. (Rezens.), J. Hartmann, The jet-wave rectifier. 642.
— H., Der Konzern der Radio Corporation of America. *585.
Witt (Rezens.), W. Sellin, Handbuch der Ziehtechnik. 24.
Wolf, M., Die allgemeine graphische Kostenauflösung bei der Durchschnittskalkulation. *178.
Wolff, H. (Rezens.), F. Knepper, Die Fabrikation von Wolframdrähten für elektrische Glühlampen und Radioröhren. 319.
Woth, J. T., Schnellerregung zur Verbesserung des Betriebes von Kraftanlagen. 634.
Wright, D. K., Neue Bauweise für Glühlampen hoher Leistungsaufnahme. 635.

Young, D. C., s. Mackall, K. W.

Ziegenberg, R., Das Ätznatron-Element. *131.
Zimmermann, W. (Rezens.), C. L. Weber † u. R. Zaudy, Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V. 619.
Zinzen, A. (Rezens.), E. Hausbrand † u. M. Hirsch, Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. 463.
Zorn, M. (Rezens.), G. Haberland, Elektrotechnische Lehrhefte. 143.
— M. (Rezens.), M. Barrère, Commutatrices et Convertisseurs Rotatifs. Herausg. v. M. A. Blondel. 391.
— M., Regelungsgeschwindigkeit von Gleichstrom-Regelsätzen und Stromwendung des Einankerumformers im Schlupfkreis. *471.
— W., Erwärmungsprobleme. *104. B. 248.
Zwieg, W., Beitrag zur Kenntnis der Bleikabelzerstörungen. *154.

Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19.
Printed in Germany.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 5. Januar 1933 | Heft 1

UMSCHAU.

Die Dampfanlagen der Kraftwerke.

Nach stürmischem Aufschwung ist infolge des Wirtschaftsniederganges auch im Dampfkraftwerksbau ein gewisser Stillstand eingetreten. Diese Atempause erleichtert Sichtung und Klärung des Erreichten.

Das Ziel der Entwicklung war die Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades. Gleichzeitig mußte der Bedarf nach größeren Einheiten befriedigt werden. Beide Ziele wurden teilweise nicht ohne Erhöhung der Kosten erreicht. Das Bedürfnis, die Erstellungskosten und den Kapitaldienst niedrig zu halten, zwang in der Folge dazu, manche zu teuer erkaufte Verbesserung zu verlassen. Das Ergebnis dieser Bestrebungen waren neue Fortschritte durch Vereinfachung. Schließlich boten die letzten Jahre Zeit zur Erprobung und zum Sammeln von Betriebserfahrungen, die die Entwicklung abrundeten und neue Anregungen für die Zukunft gaben.

Allgemeines.

Das Ergebnis der Wirkungsgradverbesserungen in Dampfkraftwerken zeigt der Kohleverbrauch bzw. Wärmeverbrauch je nutzbar abgegebene kWh, der auf 0,6 ··· 0,5 kg gesunken ist entsprechend 4200 ··· 3500 WE/Nutz-kWh. Als Grenzwert sind im Jahresdurchschnitt 3200 WE/kWh zu erreichen. Der Wirkungsgrad beträgt bei diesen Werten 20 ··· 24 ··· 27 %.

Die Erstellungskosten sind nach anfänglicher Steigerung wieder gesunken. Absolut gültige Zahlen sind nicht zu geben, da die Preishöhe vom Geldstand, der Konjunktur und Art und Auslegung der Werke beeinflußt wird. Man kann aber mit einiger Sicherheit sagen, daß heute wieder Preise ähnlich den Vorkriegspreisen erreicht werden, so daß das neuzeitliche, hochwirtschaftliche Kraftwerk keine Verteuerung gegenüber dem unwirtschaftlicheren Vorkriegs-Kraftwerk aufweist. Dabei hat sich der vor dem Kriege vorhandene Preisunterschied kleiner und großer Kraftwerke so weit ausgeglichen, daß man heute für kleinere Kraftanlagen (von Zwerganlagen abgesehen) fast die gleichen spezifischen Preise einhalten kann wie für große. Voraussetzung für geringe Erstellungskosten ist u. a. ein günstiges Verhältnis von Kesselzahl zu Maschinenzahl, wobei bis zu den größeren Werken das Einkessel-Einmaschinen-System häufig Anwendung findet.

Der Wunsch, für jeden Bedarfsfall das preislich günstigste Ergebnis zu erzielen, hat zu einer stärkeren Unterscheidung von Grundlast- und Spitzenkraftwerken geführt. Bei den ersten wird höchste Wirtschaftlichkeit bei höheren Erstellungskosten erreicht; beim Spitzenkraftwerk wird unter Verzicht auf günstigsten Kohleverbrauch ein Minimum an Erstellungskosten erzielt, das heute wesentlich unter den spezifischen Preisen der Vorkriegszeit liegt. Als besondere Art billiger Spitzenkraftwerke sind die von Primärkraftwerken abhängigen reinen Speicherwerke, wie Ruths-Speicher- und im Wasserkraftbau die Pumpspeicherwerke, verschiedentlich gebaut worden. Neuerdings ist das Bestreben erkennbar, an Stelle solcher Sekundär-Spitzenkraftwerke Kessel und Turbinen der Primärkraftwerke für den Spitzenbedarf möglichst hoch überlastbar zu machen.

Bis vor kurzem wurden zahlreiche neue Kraftwerke bis zu den größten Leistungen gebaut oder veraltete Kraftwerke (vielfach unter Einbeziehung von Fernheizanlagen) von Grund aus umgebaut oder erweitert und wirtschaftlicher gestaltet. Heute werden in Anpassung an die Wirtschaftskrise nur einzelne unwirtschaftliche Maschinensätze oder Kessel gegen wirtschaftlichere ausgetauscht, wenn die Neuanschaffung aus den Ersparnissen an Brennstoff in 2 ··· 3 Jahren abgeschrieben werden kann. Dies ist in vielen Fällen möglich. Dabei gehen industrielle Betriebe mit Gegendruckdampfbedarf häufig zur Ausnutzung des Dampfes in Vorschalt- oder Entnahmemaschinen unter gleichzeitiger Dampfdruckerhöhung über.

Die Tendenz zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit hat sich auch in dem baulichen Teil und der Disposition desselben ausgedrückt. Es wurde einfacher gebaut, auf geringsten spezifischen Raumbedarf, also gute Raumausnutzung und Verteilung geachtet, raumsparende Kessel und Maschinen bevorzugt und schließlich auch in Einzelfällen der Versuch von Freiluftanlagen oder -anlageteilen in gleicher Weise unternommen wie bei elektrischen Umspann- und Schaltanlagen.

Die Dampfkessel.

Dem Bedürfnis nach größerer Wirtschaftlichkeit dient im Kesselbau die Steigerung des Druckes. Als obere Grenze hat sich für Kondensationsanlagen ein Kesseldruck von 30 ··· 40 at ziemlich allgemein eingebürgert, da bei diesem Dampfdruck die Dampffeuchtigkeit in den letzten Stufen hochwirtschaftlicher Turbinen ohne Zwischenüberhitzung noch erträglich ist. Bei Industrieanlagen mit Gegendruck oder bei Anlagen mit Zwischenüberhitzung sind Drücke von 100 at und darüber mit Erfolg ausgeführt worden. Besondere Kesselbauarten arbeiten mit noch höheren Drücken, am höchsten der Bensonkessel mit kritischem Druck von 224 at.

Neuerdings besteht die Tendenz zur weiteren Steigerung der Überhitzung; während man bis vor kurzem die Überhitzung auf 400 ° C an der Maschine, 425 ° C am Überhitzeraustritt als normal ansprechen konnte, haben sich seit längerer Zeit auch Anlagen mit 450 ° C an der Maschine, 480 ° C im Überhitzer im Dauerbetrieb bewährt. Die allgemeine Anwendung dieser oder noch etwas höherer Temperatur wird angestrebt; sie wird von der Schaffung und Erprobung neuer Baustoffe und von der Kesselbauart (Vermeidung schädlicher Temperaturspitzen) abhängen.

Auf den Quadratmeter Heizfläche bezogen sind die Leistungen der Kessel im Mittel von 25 kg Dampf auf 50 bis 60 kg im Dauerbetrieb und vereinzelt noch wesentlich höher gesteigert worden. Die Kesselgrößen sind bis über 120 t/h normaler Leistung entwickelt und ausgeführt worden. Es scheint jedoch so, daß hier die wirtschaftliche Grenze schon etwas überschritten wurde und daß Kessel von 70 ··· 80 t/h das wirtschaftliche Optimum darstellen.

Bei den Konstruktionen der Kessel ist das Bestreben nach Vereinfachung und Verbilligung festzustellen. Die Zahl der Kesseltrommeln hat sich z. B. bei Steilrohrkesseln von 3 ··· 5 auf 2 vermindert.

An den räumlichen Abmessungen der Kessel wird von den Konstrukteuren möglichst gespart, um auch mittelbar die Kesselhauskosten einzuschränken. Ob hohe Kessel mit kleiner Grundfläche oder niedere Kessel mit größerer Grundfläche mit den entsprechenden Kesselhausbauten wirtschaftlicher sind, ist nicht entschieden. Den Ausschlag geben der Preis und die verfügbare Größe von Grund und Boden.

Neue Kesselbauarten.

Die alten Kesselformen, wie Steilrohrkessel und Schrägrohrkessel, bestehen noch in unentschiedenem Wettkampf. Dazu haben die neuen Anforderungen an den Kesselbau ganz neue Kesselbauformen gezeitigt.

Digitized by Google

So ist eine Folge der spezifischen Leistungsteigerung von Kessel und Brennkammern die Anordnung von der Strahlung ausgesetzten Kühlrohrsystemen, die in den Wasserkreislauf der Kesselsysteme eingeschaltet werden. Bei organischer Verbindung der Strahlungskühlregister mit dem Kessel sind als letzte Entwicklung die reinen Strahlungskessel z. B. von Blomquist entstanden. Dieser Kessel steht nicht allein, vielmehr sind manche der neuen, heute als normal zu betrachtenden Kesselbauarten ebenfalls als Strahlungskessel zu bezeichnen.

Die Steigerung des Druckes und der spezifischen Leistungen verlangt bei allen Kesseln eine größere Beachtung des Wasserumlaufes. Beim La Mont-Kessel wird der Wasserumlauf künstlich durch Umlaufpumpe um ein Vielfaches des natürlichen Wasserumlaufes gesteigert. Der Löffler-Kessel mit indirekter Dampferzeugung mittels überhitzten Dampfes als Zwischenträger arbeitet ebenfalls mit einer Umwälzpumpe. Als Grenzkonstruktion ist der reine Röhrenkessel mit Zwangslauf des Wassers nach dem System Benson anzusprechen. Während alle anderen Lösungen noch Kesseltrommeln besitzen, die regelmäßig der direkten Feuergaseinwirkung entzogen sind, hat der Bensonkessel weder Kesseltrommel noch sonstige Hilfsgefäße zur Dampfabscheidung.

Zuletzt veröffentlicht ist der Velox-Kessel von BBC, der in Verbindung mit einem Gasturbinen-Kompressor-Satz mit Druckfeuerung arbeitet und versucht, mit möglichst geringem Raumbedarf auszukommen.

Folgen der Kesselentwicklung.

Die neuzeitlichen Kessel verlangen besonders sorgfältige Speisewasseraufbereitung und -pflege. In reinen Kondensationskraftwerken herrschen Speisewasserverdampfer für das Zusatzwasser vor. In Industrieanlagen mit größerem Bedarf an Zusatzwasser werden chemische und thermochemische Aufbereitungsanlagen neuerer Bauarten verwendet. Es wird großer Wert darauf gelegt, nicht nur die Härte des Wassers möglichst herabzusetzen, sondern im Hinblick auf Korrosionsgefahr auch den Sauerstoffgehalt und den Gehalt an Kohlensäure. Es sind von den Verbraucherverbänden neue scharfe Richtlinien hierfür vorgeschrieben und allgemein angenommen worden.

Die Herstellung geeigneter Baustoffe folgte den neuen Bedürfnissen. Die Prüfungen für die viel höher beanspruchten Bauteile wurden neu entwickelt und festgesetzt. In organisatorischer Beziehung wurden Richtlinien für Abnahme und Betrieb aufgestellt. Die Bearbeitung der Kesselteile kann als von Grund auf neu entwickelt angesprochen werden. Auch die Nebengebiete wie Rohrleitungsbau (mit Dichtungen, Schweißung, Kompensatoren, Armaturenbau, ferngesteuerten Ventilen usw.), Speisepumpen, Kühltürme, Kühlwasserreinigung, Förderanlagen und anderes sind weiter entwickelt worden.

Feuerungen.

Der Zunahme der Kesselgröße entsprachen anfangs die vorhandenen Rostbauarten nicht. Dies war neben anderen Gründen die Ursache für das Aufleben der Kohlenstaubfeuerung und ihrer anfänglichen stürmischen Entwicklung und Verbreitung. Heute haben die Rostfeuerungen sich den neuen Bedürfnissen wieder voll und ganz angepaßt, so daß die Wahl zwischen Kohlenstaub- und Rostfeuerung wieder mehr nach technisch-wirtschaftlichen als, wie es eine Zeit lang den Anschein hatte, nach Modegesichtspunkten getroffen werden kann.

Beide Feuerungen stehen heute in gleicher Vollkommenheit für größte Leistungen zur Verfügung. Auch der billigste Brennstoff (minderwertig nach Form, Kohlen- und Aschengehalt) kann heute von irgendeiner Feuerungsart verbrannt werden. Der Preis dieser Kohle hat sich der Nachfrage entsprechend dem Preis hochwertiger, aufbereiteter Kohlen angepaßt.

Der Forderung nach hochelastischer Feuerung zur Deckung von Spitzen ohne Speicher und zur schnellen Inbetriebsetzung entsprechen heute ebenfalls beide Feuerungsarten. Ebenso können beide Feuerungsarten mit flachem Wirkungsgradverlauf arbeiten, um auch Teillasten wirtschaftlich fahren zu können. Es besteht sogar zuweilen Neigung, heute in bezug auf Elastizität und Anpassungsfähigkeit an verschiedene Brennstoffe den Rosten, insbesondere den mechanischen Stokern den Vorzug vor der Kohlenstaubfeuerung zu geben. Für Anlagen sehr großer Überlastbarkeit wird die Kohlenstaubfeuerung auch als Zusatzfeuerung zur Rostfeuerung neben reinen Rostfeuerungen verwendet.

Hinsichtlich des Wirkungsgrades haben die Feuerungen keiner wesentlichen Verbesserungen mehr bedurft. Guter Ausbrand sowohl der Gase als auch der Rückstände wird mit steigender Größe von Feuerung und Brennkammer schwieriger. Daher kommt das Bestreben nach guter Durchwirbelung der Flamme; Wirbelbrenner bei Kohlenstaub, Sekundärluftbeimengung, möglichst auch verbunden mit Durchwirbelung, werden angewandt. Der Zonenrost mit getrennter Regelung der Luftzufuhr in mehreren Zonen, Unterwind und Lufterhitzung dienen demselben Ziel.

Die Steigerung der Rostbelastung und der Brennkammerleistung bedingt die Ausbildung großer, wenig gegliederter Brennkammern und Mechanisierung der Roste. Das Ergebnis ist eine Senkung des spezifischen Preises der Feuerungsanlagen.

Die höhere Wärmebelastung der Brennkammern führte zur Ausbildung geeigneter Ausmauerungsteine und zunächst luftgekühlter Brennkammerwände und -decken. Später führte sich fast allgemein auch bei kleineren Kesseleinheiten die Kühlung der Brennkammerwände durch wassergekühlte Kühlschirme aus Siederohren ein. Soweit diese Konstruktionsmaßnahmen nicht genügen, werden hochhitzebeständige neue Werkstoffe entwickelt und ausgeführt.

Während es eine Zeitlang schien, als ob Feuerung und Kessel unabhängig voneinander entwickelt würden, werden, wie schon vorher bei den Strahlungskesseln erwähnt, heute Feuerung und Kesselheizfläche wieder organischer zusammen behandelt.

Besondere Abwärmeverwerter (Economiser, Lufterhitzer).

Bei Erstellung neuer Kessel ist schon von jeher die teuere Kesselheizfläche in den Zügen mit niedrigerer Rauchgastemperatur durch billigere Economiserheizfläche ersetzt worden. Die alten gußeisernen, mit Rußkratzern versehenen glatten Economiser sind meist durch Rippenrohr-Economiser aus hochwertigen Gußeisensorten mit Rußbläsern verdrängt worden.

Der Entwicklung zum Zwangsumlauf des Wassers entsprechen sogenannte Verdampfungseconomiser, bei denen man für gute Abführung des gebildeten Dampfes zum Kessel sorgt. Neuere Entwicklungsrichtungen, die bisher aber fast nur bei dem Umbau veralteter Kesselanlagen Anwendung gefunden haben, sind z. B. rotierende Economiser, die gleichzeitig den Saugzugventilator ersetzen, Blockeconomiser (besonders gedrängte Bauart), Economiser aus Kupfer und andere.

In neuzeitlichen Anlagen, insbesondere solchen mit Speisewasser-Vorwärmung durch Anzapfdampf treten häufig an Stelle von Economisern oder auch neben dieselben Luftvorwärmer. Die Bauarten ähneln im allgemeinen denen der Economiser. Es gibt Röhren-Luftvorwärmer mit und ohne Rippen und Platten-Luftvorwärmer, die durch Rußbläser rein gehalten werden. Neben diesen gibt es regenerativwirkende Bauarten, von denen der Ljungström-Lufterhitzer am bekanntesten geworden ist. Da die schmiedeeisernen Lufterhitzer leicht zu Korrosionen neigen, werden neuerdings gußeiserne Konstruktionen, teilweise aus ganz glatten Rohren, teilweise aus Rippenrohren oder aus Rohren mit angegossenen Nadeln auf den Markt gebracht. Zum Unterschied vom Economiser werden zur Verbesserung des Wärmeüberganges auch auf der Rohrinnenseite Rippen oder Nadeln angebracht. Die Lufterhitzer sind regelmäßig mit Ventilatoren versehen, die zugleich den Unterwind für die neueren hochwertigen Roste liefern. Der höhere Zugverlust neuzeitlicher Anlagen mit Economiser und Lufterhitzer bedingt häufig die Verwendung von Saugzuganlagen, deren Schornsteine meist so hoch gebaut werden, daß Teillasten ohne Saugzugventilator gefahren werden können.

Die Folge der höheren Beanspruchung von Feuerungen und die Anwendung von Unterwind und Saugzuganlagen machen sich besonders bei Kohlenstaub und minderwertigen feinen oder aschereichen Brennstoffen in einem erhöhten Auswurf von Flugkoks und Flugasche bemerkbar. Es werden daher häufig Staubkammern, trockene oder nasse Staubabscheider oder Elektrofilter eingebaut bzw. der Einbau vorgesehen.

Kesselhaus-Meßwesen und Automatik.

Zur Überwachung der Kessel und Feuerungen finden in großem Umfange Meßgeräte Verwendung, die in Meßtafeln an jedem Kessel zusammengefaßt werden. Teilweise wird auch Fernübertragung zum Raum des Betriebsleiters oder zu einer Wärmewarte angewendet. Meist sind die Instrumente so eingerichtet, daß auch nachträglich eine Fernübertragung bzw. eine Fernregelung durch Druckknöpfe oder eine Automatik angebracht werden kann.

Digitized by Google

Die selbsttätige Regelung der Kessel und Feuerungen hat sich bisher als Vollautomatik wegen ihrer Kompliziertheit nicht viel eingeführt. Man bevorzugt bisher noch Teilautomatik zur Regelung von Druck und Überhitzungstemperatur, seltener auch von Brennstoff und Verbrennungsluft. Neben den bekannten ölgesteuerten Regelorganen für Druck und Temperatur haben sich in neuester Zeit auch elektrische Regler mit und ohne isodrome Rückführung wegen ihrer Einfachheit im Aufbau und in der Wartung, wegen ihrer geringeren Betriebskosten und guter Betriebsbewährung und der jederzeitigen Eingriffsmöglichkeit von Hand oder durch Druckknopf-Fernsteuerung eingeführt. Für die Fernsteuerung zum Zwecke der Betriebserleichterung und Sicherung sowie für die Automatik sind Ventil- und Schieberantriebe mit elektrischem Motorantrieb eingeführt worden.

Turbinen.

Die Entwicklung wird geleitet von dem Streben nach Erhöhung des thermodynamischen Wirkungsgrades. Die Dampfdrucksteigerung und auch die Steigerung der Überhitzungstemperatur geben von außen her dem Turbinenbau willkommene Möglichkeiten zur Steigerung des Wirkungsgrades durch Verbesserung des Hochdruckteiles. Dies geschieht durch Vergrößerung der Stufenzahl, durch Verringerung der inneren und äußeren Dampfverluste und durch Verbesserung der Verhältnisse beim Dampfeintritt. Im Laufe der Zeit schließt sich der Verbesserung des Hochdruckteiles auch der Niederdruckteil an, indem die Austrittsverluste vermindert werden durch verbesserte Gestaltung der letzten Schaufelreihen und schließlich auch durch Verbesserung des Vakuums mittels neuerer Kondensatorbauarten. Im Sinne einer Wirkungsgradsteigerung wirkt auch die Erhöhung der Drehzahl bei Turbinen mit geringem Dampfdurchsatz, die als Getriebeturbinen gebaut werden. Das gleiche Ziel verfolgt durch Gegenläufigkeit von Leit- und Laufteil die Ljungströmturbine. Die Anzapfung zur Speisewasser-Vorwärmung fehlt fast bei keiner neueren Turbine.

Während vor dem Kriege die Turbinen ziemlich einheitlich als mäßig wirtschaftliche Maschinen in größeren Stückzahlen gebaut wurden, bedeutet das Bedürfnis nach hochwirtschaftlichen Turbinen für jeden Bedarfsfall eine Abkehr von der Einheitsturbine. Schon das Eingehen auf verschiedene Dampfeintrittsdrücke, das vor dem Kriege nicht erforderlich war, bedingt die individuelle Behandlung der Turbinen im Konstruktionsbüro und in der Werkstatt. Bedeutete dies schon eine Verteuerung, so trat diese noch stärker ein durch das Erfordernis, die größere Stufenzahl in mehreren Zylindern unterzubringen. Da diese Entwicklung den thermischen Gewinn teilweise wieder hinfällig machte, ist im Laufe der weiteren Entwicklung bei bestimmten Maschinen wieder eine Abkehr von der allzu großen Stufenzahl und die Rückkehr zu verbesserten Einzylindermaschinen festzustellen. Dadurch wurde auch eine Erhöhung der Betriebsicherheit erreicht.

Eine weitere Verbilligung besonders von großen Maschinen wird angestrebt durch Steigerung der Grenzleistungen insbesondere der Turbinen von 3000 U/min. Die größte heute ausgeführte Leistung bei dieser Drehzahl ist 80 000 kVA. Diese Grenzleistung ist bedingt durch den Generator.

Im Hinblick auf die kurze Betriebszeit der Spitzen im Kraftwerksbetrieb wird höchste Wirtschaftlichkeit durch großen Überlastungspielraum der Turbinen und Generatoren angestrebt.

Während der Aufbau der Axialturbine der verschiedenen Bauarten kaum mehr nennenswerte Unterschiede gebracht hat, sind im Bestreben nach besserer Wirtschaftlichkeit neue Turbinenbauarten entstanden oder hervorgetreten. Genannt wurde schon die Ljungströmturbine als gegenläufige Radialturbine. Daneben ist auch die nicht gegenläufige Radialmaschine entwickelt und ausgeführt worden. Diese Maschinen sind neben hochwirtschaftlichen Turbinen axialer Bauart besonders berufen zum Austausch älterer unwirtschaftlicher Turbinen und als Industrieturbinen zur Ausnutzung industriell benötigten Dampfes.

Die Tatsache, daß wie bei der Ljungström-Turbine auch am Zusammenbau und den Fundamentkosten gespart werden kann, hat die Entwicklung von kleineren zusammengebauten Turbinen mit Kondensator und Hilfsmaschinen, sog. Blockturbinen, insbesondere für die Ausfuhr, zur Folge gehabt. Auch größere Turbineneinheiten sind als sog. Einstockturbinen, d. h. als Einheiten ohne besonderen Kondensatorkeller entwickelt worden. Diese Entwicklung befindet sich noch im Anfangstadium; sie kann mittelbar zu Ersparnissen an Gebäudekosten führen. Ersparnisse werden ferner durch Vereinfachung der Hilfsmaschinen (Dampfstrahler) und bessere Platzausnutzung derselben erzielt.

Schließlich ist die Regelung der Turbinen in letzter Zeit in den Vordergrund des Interesses gerückt worden durch die Betriebsforderung, die Regelung den schwierigen Bedürfnissen verkoppelter Netze und den höheren Anforderungen der Abnehmer (Synchronuhren) anzupassen. Um die Frequenz möglichst konstant zu halten, wurde ein stetiger und flacher Verlauf der Kennlinie gefordert und erreicht. Die letzte Entwicklungstufe ist die Isodromregelung. Dabei übernimmt eine Maschine die Führung, während die anderen Maschinen statisch geregelt sind. Ein jederzeitiger willkürlicher Übergang von der einen zur andern Regelung ist ohne Belastungsänderungen möglich. Einige Ausführungen dieser Regelung sind schon vorhanden.

Ebenfalls einer Betriebsforderung entsprechend werden neuerdings größere Turbinen, die häufig an- und abgestellt werden müssen, mit Drehvorrichtungen versehen, so daß die Turbinen während der Betriebspausen in warmem Zustand langsam drehend erhalten werden. Dadurch werden Verziehungen der Läufer vermieden, und die Maschinen können ohne Gefährdung schneller wieder angefahren werden, als es ohne Drehvorrichtung möglich ist.

Druck und Temperatursteigerung sowie die Grenzleistungsteigerung der Turbinen haben die Anwendung und zum Teil die Neuschaffung hochwertiger Stähle bedingt. Nichtrostendes Material für die Niederdruckschaufeln, Stähle höchster Festigkeit für die Rotoren, teilweiser Ersatz des Gußeisens durch Stahlguß sind selbstverständlich geworden. Die Grenze nach oben bildet heute das Material, das über 450 ··· 500 ° C Temperatur dauernd anzuwenden nicht gestattet. Nach unten ist es die Erosionsfestigkeit, welche bei den hohen Beanspruchungen durch hohe Dampfgeschwindigkeiten verbunden mit Dampffeuchtigkeit nicht mehr befriedigend ist.

Wärmefluß und Dampfschaltung.

Das Bestreben nach höchster Wirtschaftlichkeit hat nicht allein zur Verbesserung der einzelnen Kraftwerksteile geführt, sondern auch den früher üblichen Wärmefluß grundlegend geändert. Die Erhöhung des Dampfdruckes war hierfür Ausgangspunkt und stark beeinflussend. Früher wurde der Abdampf verschiedener Hilfsmaschinen gesammelt und zur Vorwärmung des Speisewassers auf mäßige Temperatur benutzt, während die weitere Vorwärmung ausschließlich in Economisern vor sich ging. Heute wird kaum eine Anlage oder eine neue Turbine erstellt, bei der nicht die Speisewasser-Vorwärmung durch meist mehrstufige Speisewasser-Vorwärmer erfolgt. Der Economiser ist dadurch teilweise überflüssig geworden und wird durch Luftvorwärmer ganz oder teilweise ersetzt.

Es wurde hin und wieder angeregt, mit anderen Stoffen als Wasser zu arbeiten, u. U. mit beiden im Zweistoffverfahren. Nur das Arbeiten mit Quecksilber wird in Amerika praktisch erprobt.

Die Zwischenüberhitzung als Mittel zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit wurde schon erwähnt. Es liegen Erfahrungen mit Überhitzung vorwiegend mittels Feuergasen und seltener mittels Heißdampf vor. Verbreitung hat die Zwischenüberhitzung in Europa noch nicht gefunden. Dagegen nehmen industrielle Anlagen zu, in denen neben Heizdampf elektrische Energie aus Gegendruck- und Entnahmemaschinen gewonnen wird. Es werden die mannigfaltigsten Schaltungen jeweils dem Bedarfsfalle angepaßt, wobei Dampf mit verschiedenen Drücken geliefert werden kann. In Verbindung mit solchen Anlagen werden häufig Speicher, sowohl Gefällespeicher System Ruths als auch Gleichdruckspeicher, verwendet.

Schlußbemerkung.

Die Entwicklung des dampftechnischen Teiles der Kraftwerke wird mit dem vorgeschilderten Stand keineswegs abgeschlossen sein, wenn auch für die Zukunft nicht mehr so schnell sich folgende Verbesserungen zu erwarten sind. Schon deshalb nicht, weil z. Z. kein Bedarf an neuen Kraftwerken vorliegt, sondern im Gegenteil die Kraftwerke infolge der Wirtschaftskrise nicht voll ausgenutzt werden können. Die Betriebsleitungen der Kraftwerke haben sich daher in den letzten Jahren mit der ganz neuen Frage beschäftigen müssen, wie die auf längere Dauer stillgelegten Kessel, Turbinen und anderen Kraftwerksteile am sichersten zu erhalten sind. Es ist zu hoffen, daß die gefundenen Verfahren bald nur noch geschichtlichen Wert haben.

F. Ohlmüller.

Digitized by Google

Zur Mechanik des Durchschlags von Transformatorenöl.

Von Dr.-Ing. J. Rebhan, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß die durch das Abstoßen und Anziehen elektrisch aufgeladener Fasern und Wassertröpfchen im Öl zustandekommende Ölströmung die Ursache ist, daß im homogenen Felde die Durchschlagspannung des Öles stark, im inhomogenen nur wenig vom Feuchtigkeitsgehalt des Öles abhängt. Für Gleich-, Wechsel- und Stoßspannung werden die Strömungsgesetze dargelegt. Es ergibt sich, daß ganz allgemein der reine Faserbrücken-Durchschlag in der Hauptsache nur in stark homogenen Feldern vorkommt, daß bei inhomogenen Feldern dagegen der Durchschlag durch einen Ölwirbel hindurch erfolgt.

Es ist bekannt, daß Feuchtigkeit im technischen Transformatorenöl die Durchschlagspannung einer bestimmten Elektrodenanordnung in ganz verschiedenem Maße herabsetzt, je nachdem es sich um stark homogene oder inhomogene Felder handelt[1]. Abb. 1 ist dafür ein

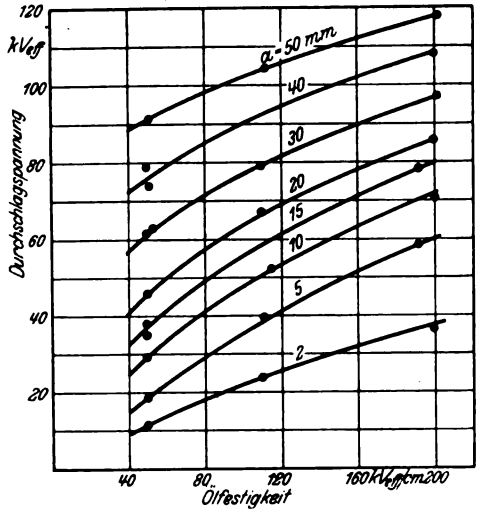


Abb. 1. Durchschlagspannung zwischen Kugeln von 5 mm Dmr. bei verschiedenen Abständen a als Funktion der Ölfestigkeit.

typisches Beispiel. Die Ordinaten zeigen die Wechselstrom-Durchschlagspannung zwischen Kugeln von 5 mm Dmr. bei verschiedenen Abständen; die Abszissen zeigen die mit der VDE-Funkenstrecke (Kugelkalotten von 50 mm Dmr., Abstand 2 mm) ermittelte Ölfestigkeit. Bei 50 mm Abstand sinkt mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt die Durchschlagspannung nur wenig, bei 2 mm ist der Abfall dagegen sehr stark. Der Verfasser hat nachgewiesen[1], daß alle Elektrodenanordnungen mit wachsendem Abstand, also zunehmender Inhomogenität des elektrischen Feldes mehr und mehr unempfindlich gegen diesen Einfluß der Feuchtigkeit werden. Das Ergebnis umfangreicher experimenteller Untersuchungen in dieser Richtung[2] ist in Abb. 2 niedergelegt. Hier ist angenommen, daß verschiedene Elektrodenanordnungen zunächst in einem Öl von 80 und dann von 160 kV/cm durchschlagen werden. Ist der Einfluß der Feuchtigkeit so groß wie in der VDE-Prüfanordnung, dann verdoppelt sich die Durchschlagspannung, ist er kleiner, dann wird das aufgetragene Verhältnis der Durchschlagspannungen kleiner[3]. Im folgenden soll ein Beitrag zur Erklärung dieses merkwürdigen Verhaltens des Transformatorenöles geliefert werden.

Befragt man die Literatur, so findet man verschiedene Ansichten. Schwaiger[4] glaubt, daß unter der Einwirkung der Kräfte des elektrischen Feldes die fein verteilten Feuchtigkeitströpfchen, die teils für sich im Öl schweben, teils an den Fasern haften, in das Gebiet der größten Feldstärke gezogen werden, sich dort anlagern und entsprechend ihrer großen Leitfähigkeit wie eine Vergrößerung der Elektrodenabrundungen wirken, die Durchschlagspannung also durch Verbesserung des Feldes erhöhen.

[1] Schwaiger, ETZ 1927, S. 1657. Wöhr, Arch. Elektrotechn. Bd. 20, S. 444 (1928). Rebhan, VDE-Fachberichte 1931, S. 17.

[2] Alle Versuche wurden im Hochspannungslaboratorium der Bergmann-Elektricitäts-Werke durchgeführt.

[3] Die in Abb. 2 eingetragenen Kurven unterscheiden sich etwas von den vom Verfasser im VDE-Fachbericht 1931, S. 17 veröffentlichten. Die Kurven der Abb. 2 enthalten wesentlich erweitertes Versuchsmaterial, sind also genauer.

[4] Wie Fußnote 1.

Peek[5] geht im Gegensatz dazu von der Beobachtung aus, daß das Öl in der Nähe von Elektroden mit kleinen Krümmungsradien unter der Einwirkung der Spannung in stark wirbelnde Bewegung gerät. Dies rührt daher, daß Feuchtigkeit und Fasern vermöge ihrer Leitfähigkeit und hohen Dielektrizitätskonstante in das Feld gezogen werden, die Elektrodenoberfläche berühren und eine gleichnamige Ladung empfangen. Da bei gleicher Ladung abstoßende Kräfte auftreten, werden sie sofort wieder abgestoßen. Peek glaubt, daß es durch diesen Vorgang zu einer Art von Selbstreinigung des Öles käme. Im Gegensatz dazu gehe im homogenen Feld der Durchschlag so vonstatten: Die Feldkräfte sind hier nicht mehr groß genug, um ein starkes Spiel des Hin- und Herschleuderns zu bewirken. Die feuchten Fasern werden sich vielmehr in die Richtung der Kraftlinien stellen und sich hintereinander zu Ketten aufreihen, denen entlang der Durchschlag erfolgt.

Es zeigt sich nun, daß es einen überaus einfachen Weg gibt, um den ganzen Mechanismus des Durchschlages bis unmittelbar zum Einsetzen des Funkens genau zu verfolgen, so daß keinerlei Hypothesen mehr nötig sind. Läßt man nämlich aus einer Lichtquelle Licht in geeigneter Stärke und in der richtigen Richtung auf das Öl fallen, so lassen sich mit Hilfe eines Fernrohres die Vorgänge im Öl, die zum Durchschlag führen, ausgezeichnet beobachten. Bei einem Öl niedriger oder mittlerer Festigkeit, wo keine hohen Durchschlagspannungen erreicht werden, lassen sich die einzelnen Phasen des Durchschlages ohne Gefahr für den Beschauer sogar mit dem freien Auge beobachten, wenn man einen geerdeten Metallschirm mit Beobachtungschlitz nahe genug an das Ölgefäß heranrückt.

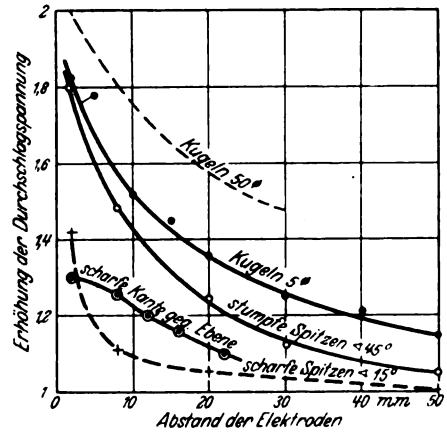


Abb. 2. Erhöhung der Durchschlagspannung für verschiedene Elektroden als Funktion des Elektrodenabstandes für den Fall, daß die Ölfestigkeit von 80 auf 160 kV/cm erhöht wird. Die Durchschlagspannung für 80 kV/cm ist gleich 1 gesetzt.

1. Der Öldurchschlag bei Gleichstrom.

Es möge zuerst der Vorgang in einem stark homogenen Feld, z. B. im Felde der VDE-Elektroden, verfolgt werden, u. zw. zunächst in einem verhältnismäßig feuchten Öl von 50 ··· 80 kV/cm. Legt man eine gewisse Gleichspannung an, so sieht man, wie von außen die Fasern langsam in das Feld gezogen werden. Berührt eine Faser bei ihrer Wanderung ins Feld hinein die Oberfläche der Pluselektrode, so wird sie positiv aufgeladen und sogleich wieder abgestoßen. Sie folgt beim Abstoß etwa dem Verlauf der Kraftlinien, landet auf der negativen Gegenelektrode, gibt dort ihre positive Ladung ab, empfängt neue negative und wird sofort wieder zurückgeschleudert. Das Spiel wiederholt sich, es kommen neue Fasern ins Feld, und es bietet sich dem Beschauer das Bild eines regelrechten Ballspieles von Elektrode zu Elektrode. Die Fasern bewegen sich gegen den Rand der Elektroden zu (im schwächeren Felde) langsamer, in der Mitte (im stärkeren Felde) schneller. Ebenso nimmt naturgemäß mit wachsender Spannung die Geschwindigkeit zu. Da die Fasern bei diesem Ballspiel nun genau wie bei Beginn des Vorganges immer stärker in die Gegend des stärksten Feldes gezogen werden, so legen sie etwa den in Abb. 3 eingetrage-

[5] Peek, Aussprache zum Vortrag von Miner, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 46, S. 500 (1927).

Digitized by Google

nen Weg zurück. Sind sie in der Mitte angelangt, so werden sie, wenn sie zu kurz sind, um beide Elektroden zu überbrücken, rasch hin und her geschleudert; es kommen jedoch bald neue Fasern hinzu, bis sich eine vollkommene Brücke gebildet hat, die nur noch leicht zitternde Bewegungen macht. Wird die Spannung dann noch etwas gesteigert, dann erfolgt der Durchschlag durch diese Faserbrücke.

Betrachtet man den Vorgang in einem stark inhomogenen Feld, z. B. zwischen zwei Spitzen, dann verläuft er bei niederer Spannung ähnlich wie im homogenen Felde in der Reihenfolge: Anziehen der Fasern, Ballspiel und Hineinwandern in das Gebiet der größten Feldstärke. Steigert man aber die Spannung weiter, so erkennt man (bei nicht zu kleinen Elektrodenabständen), daß plötzlich die Fasern von den Spitzen mit solcher Heftigkeit abgestoßen werden, daß eine deutliche Ölströmung entsteht, die ankommende Fasern mitreißt und eine Brückenbildung unmöglich macht. Bei kleineren Abständen verläuft der Vorgang oft so, daß eine Brücke, die schon gebildet war, plötzlich zerrissen wird und nicht mehr zustande kommen kann. Über Einzelheiten der Ölströmung wird noch bei Wechselstrom zu sprechen sein.

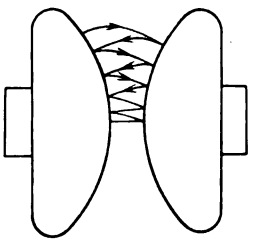


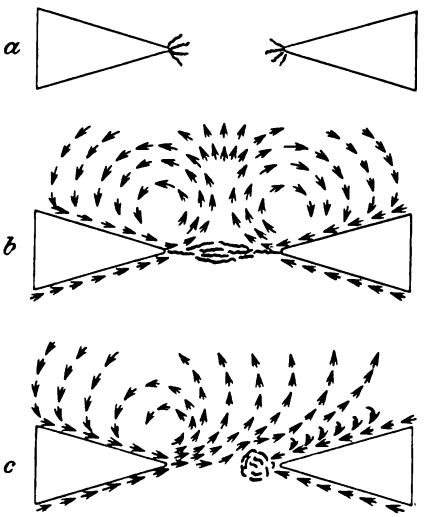
Abb. 3. Weg der Faser bei Gleichspannung in einem stark homogenen Feld.

Wir haben damit schon die vollkommen deckende Erklärung gefunden, warum homogene Felder empfindlich und inhomogene unempfindlich gegen Feuchtigkeit sind: Die Faser ist der Hauptträger der Feuchtigkeit. Kann sich, wie im homogenen Feld, in aller Ruhe Faser an Faser reihen, dann bestimmt ihr Feuchtigkeitsgehalt im höchsten Maße den Durchschlag; demnach: trockenes Öl (trockene Faser) hohe, feuchtes Öl (feuchte Faser) niedere Durchschlagwerte. Muß dagegen der Durchschlag durch einen Strudel von Öl und Faser hindurch erfolgen, dann kann es zu keiner leitenden Bahn kommen. Zwar wird die Durchschlagspannung im feuchten Öl noch etwas absinken, denn der zu durchschlagende Ölwirbel enthält in großer Zahl feuchte Fasern, aber der Unterschied gegenüber trockenem Öl kann bei weitem nicht so groß sein.

Schröter[5] hat, soweit bekannt, die erste Arbeit über die Bedeutung der Fasern veröffentlicht und den Vorgang bis zum Durchschlag beschrieben. Ihm folgten Spath[7] und Ölschläger[8]. Sie alle arbeiteten mit homogenen Feldern und konnten daher die die Faserbrücken zerstörende Wirkung der Ölströmung nicht beobachten, obgleich an sich bekannt war, daß Spitzen eine Ölbewegung hervorrufen und Sorge[9] z. B. diese Wirkung benutzte, um aus einem homogenen Feld Fasern wegzublasen. Aus ihren Untersuchungen, die alle mit z. T. sehr stark vergrößernden Mikroskopen durchgeführt wurden, ist folgende Beobachtung für unsere Versuche wichtig: Das Mikroskop zeigt, daß die Feuchtigkeit, die nicht chemisch im Öl in Lösung gegangen ist, als feinste Kügelchen von 5 μ im Öl frei herumschwimmt oder sich an die Fasern anhängt. Diese kleinsten Kügelchen waren mit unseren Beobachtungsmitteln nicht oder nur als Strömung zu erkennen. Gerade sie werden aber besonders beweglich sein, sie „schießen" (Schröter[6]) beim Anlegen der Spannung ins Feld und werden bei kleineren Feldstärken alle besprochenen charakteristischen Bewegungen machen, längst bevor sich die schwerfälligen Fasern in Bewegung gesetzt haben. Sie werden auch durch ihre Konzentration die Durchschlagspannung dort herabsetzen, wo ein Faserdurchschlag nicht mehr möglich ist. Alle hier besprochenen Bewegungsvorgänge muß man sich also von einer Bewegung der kleinsten Kügelchen überlagert denken.

2. Öldurchschlag bei Wechselstrom.

Beobachtet man die gleichen Vorgänge bei Wechselstrom, zunächst ebenfalls in feuchtem Öl, so ist man im ersten Augenblick überrascht, daß das charakteristische Ballspiel fast ganz verschwunden ist. Im homogenen Feld z. B. werden die Fasern von außen herangezogen, sie reihen sich an der Stelle der höchsten Feldstärke zur Brücke auf und hier erfolgt der Durchschlag. Im inhomogenen Feld, z. B. bei Spitzen, beobachtet man dagegen sehr bald das vom Gleichstrom her bekannte Abstoßen der Fasern, das eine gebildete Brücke zerreißt oder überhaupt eine Brückenbildung verhindert. Die Unterschiede gegenüber Gleichstrom erklären sich folgendermaßen: Die Elektroden ändern bei Wechselstrom 100mal in einer Sekunde ihre Polarität. Das bedeutet, daß in einer hundertstel Sekunde die Faser aufgeladen und abgeschossen werden muß. Ist sie in der nächsten hundertstel Sekunde nicht ein gutes Stück weggewandert, so wird sie von der geänderten Polarität unweigerlich zurückgeholt. Nun haben die Fasern eine gewisse Masse, die beschleunigt werden muß. Ferner stellt das Öl für die bewegte Faser einen ziemlichen Widerstand dar. Die abstoßenden Kräfte müssen also ziemlich groß sein, wenn in der kurzen Zeit von einhundertstel Sekunde die Faser schon so weit geschleudert sein soll, daß sie von der nächstfolgenden Halbwelle nicht mehr zurückgeholt werden kann. Die Zeit, in der z. B. bei Gleichstrom in der VDE-Funkenstrecke bei 2 mm Abstand die Fasern hin und her geschleudert werden, beträgt gegen den Rand der Kalotten zu roh geschätzt etwa ½ s. Es ist selbstverständlich, daß bei den gleichen Feldstärken bei Wechselstrom an dieser Stelle vollkommene Ruhe herrschen wird. Anders dagegen im inhomogenen Felde. Hier wird die Faser mit solcher Kraft abgestoßen, daß sie schon ein gutes Stück Wegs zurückgelegt hat, wenn die Polarität wechselt, und nicht mehr zurückgeholt werden kann.



a erstes Ansetzen der Fasern
b Bildung der Faserbrücke, Beginn der Strömung
c Zerreißen der Faserbrücke; die Ölströmung der linken Elektrode beherrscht das Feld

Abb. 4. Öl- und Faserbewegung bei Wechselstrom im stark inhomogenen Feld.

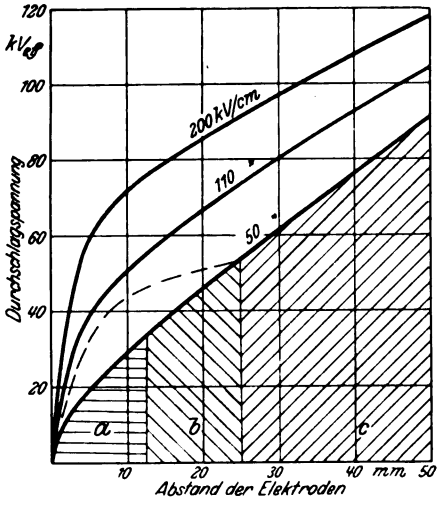
Die einzelnen Phasen des Durchschlages zwischen scharfen Spitzen, einer typischen Elektrodenanordnung, in der schon bei niederen Spannungen genügend hohe Feldkräfte auftreten, um die Fasern abzuschießen, zeigt Abb. 4. Abb. 4 a gilt für eine geringe angelegte Spannung. Einige Fasern haben sich pinselartig an der Stelle der höchsten Feldstärke angesetzt. Mit wachsender Spannung sind, wie Abb. 4 b zeigt, eine ganze Anzahl Fasern hinzugekommen, und es hat sich eine vollkommene Brücke gebildet. Schon bemerkt man auch eine gewisse Ölströmung, die daher rührt, daß die oben erwähnten kleinsten Wasserkügelchen und sehr kleine Fasern abgestoßen werden. Die entstehende Strömung packt auch schon größere Fasern und schwemmt sie in die Mitte des Entladungsraumes, so daß eine in der Mitte stark verdickte Brücke mit dünnen Stielen an beiden Enden entsteht. Das Bild der Öströmung, das sich dem Beschauer bietet, ist in etwas idealisierter Form durch Pfeile in Abb. 4 b dargestellt. Die Brücke schwankt in der Ölströmung leicht auf und ab. Plötzlich bei weiterem Steigern der Spannung wird sie in einem einzigen Anlauf auseinandergerissen und ihre Trümmer werden weit hinaus in das Feld gejagt. Gewöhnlich stellt sich dabei die Überlegenheit einer Elektrode heraus, was sich durch Zufälligkeiten des Feldes oder der Ölbewegung erklären läßt. Abb. 4 c zeigt das Strömungsbild, wie es sich für gewöhnlich dem Auge darbietet, bis ein Funke den ganzen Strudel durchschlägt. Es ist für den Fall gezeichnet, daß die linke Elektrode überlegen ist und das ganze Strömungsfeld bis nahe an die Nachbarelektrode beherrscht. Die rechte Elektrode hat gerade noch so viel Kraft, um einen kleinen Wirbel unmittelbar vor der Spitze mit Fasern zu

[6] Schröter, Arch. Elektrotechn. Bd. 12, S. 68 (1923).
[7] Spath, Arch. Elektrotechn. Bd. 12, S. 331 (1923).
[8] Ölschläger, Siemens-Z. Bd. 5, S. 29 (1925).
[9] Sorge, Arch. Elektrotechn. Bd. 13, S. 189 (1924).

Digitized by Google

beschicken. Der Vorgang verläuft nicht immer genau wie hier geschildert. Zuweilen kann man keine Überlegenheit einer Spitze feststellen, dann kreist das Öl zwischen den Elektroden in einem tollen Wirbel, dessen Bewegungsgesetze mit dem Auge nicht erkennbar sind.

Manchmal geht auch dem Zerreißen der Brücke ein merkwürdiger, oft mehrere Sekunden dauernder Erstarrungszustand voraus. Die Brücke schwingt nicht mehr, es ist auch kaum noch eine Ölströmung zu bemerken. Dieser verhältnismäßig seltene Vorgang läßt sich vielleicht damit erklären, daß die Brücke hierbei durch ihren ohmschen Spannungsabfall das Feld in solchem Maße homogen macht, daß sekundenlang die ursprünglichen Gesetze aufgehoben sind.



a Gebiet des Faserbrücken-Durchschlags für Öl von 50 kV/cm
b „ „ erschwerten Faserbrücken-Durchschlags
c „ „ Strudeldurchschlags

Abb. 5. Durchschlagspannung zwischen Kugeln von 5 mm Dmr. bei verschiedener Ölfestigkeit als Funktion des Elektrodenabstandes.

Nun wird auch der Einfluß der Entfernung auf die Feuchtigkeitsempfindlichkeit einer Anordnung vollkommen klar. An der schon oben besprochenen Anordnung, 2 Kugeln mit 5 mm Dmr., können alle Vorgänge leicht verfolgt werden. Abb. 5 zeigt in der üblichen Darstellung die Durchschlagspannung für 3 Ölfestigkeiten als Funktion des Elektrodenabstandes. Für die Ölfestigkeit von 50 kV/cm ist durch Schraffur angedeutet, welche Formen des Durchschlages sich dem Beschauer darbieten. Von 0 bis 12 mm kommt es in allen Fällen zur Brückenbildung, es ist das Gebiet der höchsten Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit. Dann kommt ein bis etwa 25 mm reichendes Gebiet, das man das Gebiet der erschwerten Faserbrückenbildung nennen kann. Hier ist schon ein deutliches Abstoßen der Fasern und eine Ölströmung ähnlich Abb. 5 b zu erkennen. Die Fasern werden aber noch nicht heftig genug abgestoßen, als daß sich nicht doch eine Brücke bilden könnte. Ihre Bildung ist aber durch die Ölströmung mit Schwierigkeiten verknüpft. Sie zittert, schwankt auf und ab und wird öfters zerrissen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Fasern wird zwar die Durchschlagshöhe beeinflussen, aber lange nicht mehr so stark wie in der Zone der reinen Brückenbildung. Jenseits 25 mm Kugelabstand beginnt das Gebiet des reinen Wirbeldurchschlages. In keinem Falle kommt es mehr zur Brückenbildung. Der Zustand der Fasern kann nur noch in weit geringerem Maße als in den anderen Gebieten die Durchschlagshöhe bestimmen. Man durchläuft also von kleinen Entfernungen anfangend zunächst ein Gebiet mit stark homogenem Charakter und gelangt über ein Gebiet mittlerer Feldstärke, wo nur besonders leichte oder gut leitende Fasern abgestoßen werden, in das Gebiet der hohen Feldstärken, das in allen Fällen den Brückendurchschlag verhindert. Es bedarf keines weiteren Beweises, daß alles, was hier für die Kugelelektroden gesagt wurde, für j e d e Elektrodenanordnung gilt. Jedes Elektrodenpaar endlicher Ausdehnung erreicht mit wachsendem Abstand ein Gebiet, wo die Feldstärke zum Abstoßen der Fasern ausreicht. Der Unterschied besteht nur darin, daß dieses Gebiet bei stark gekrümmten Elektroden schon bei kleinen Abständen, bei Elektroden mit großem Krümmungsdurchmesser dagegen erst bei großen Abständen erreicht wird.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei g u t e m Öl? Rechnet man im Grenzgebiet zwischen dem erschwerten und verhinderten Brückendurchschlag in Abb. 5 für Öl von 50 kV/cm bei 25 mm Abstand die Feldstärke nach, so ergibt sich, daß 120 kV/cm zum Abschuß der Fasern nötig sind. Berechnet man mit dieser natürlich nur roh geltenden Zahl für kleinere Entfernungen die Spannung, bei der diese Feldstärke erreicht wird, so entsteht die in Abb. 5 gestrichelt eingetragene Kurve. Sobald also die Spannung über die Werte dieser Kurve hinaus anwächst, müßte es zum Abschuß der Fasern kommen. Auf Öl von 200 und 110 kV/cm angewandt, würde das nach Abb. 5 bedeuten, daß es im ganzen Gebiet nicht zur Brückenbildung kommen kann, vorausgesetzt, daß die Fasern im trockenen Öl nicht wesentlich ihr Verhalten ändern. Tatsächlich zeigt die Beobachtung mit dem Fernrohr die Bestätigung dieser Ansicht. So bemerkt man z. B. in Öl von 200 kV/cm im ganzen Bereiche bis 50 mm Abstand nirgends mehr ein Ansetzen von Bärten wie in Abb. 4 a; nur ganz selten setzen sich seitlich im schwächeren Feld einzelne Fasern zu längeren Fäden zusammen. An der Stelle des stärksten Feldes beginnt sehr bald eine starke Ölströmung. Bei kleinen Entfernungen, z. B. 2 mm, werden die Fasern in rasendem Tempo zwischen den Elektroden hin- und hergeschleudert. Sogar in dem so homogenen Feld der VDE-Elektroden hat man bei dieser Entfernung das gleiche Bild. Die Fasern haben nicht mehr in solchem Maße die Neigung, zusammenzukleben und sich zu verflechten. Es entsteht daher ein breiteres Band, das in seiner flimmernden Bewegung schwer zu beobachten ist. Nimmt man plötzlich die Spannung weg, so erkennt man ein kleines Wölkchen meist lose nebeneinanderliegender Fasern. Sehr oft wird dieses Wölkchen auch bei kleinen Entfernungen ins Feld hinausgeschleudert, und es dauert eine Zeitlang, bis ein neues zustande kommt.

Die unterste Grenze für dieses Bewegungspiel bei trockenem Öl ist erreicht, wenn der Abstand zwischen den Elektroden so klein ist, daß eine Faser ihn ganz überbrücken kann. Auch sie zittert noch heftig, durch sie erfolgt aber dann der Durchschlag, dem öfter noch Vorentladungen vorausgehen.

3. Öldurchschlag bei Stoß.

Wesentlich anders ist das Bild, das sich dem Beschauer bei Stoßbeanspruchung bietet. Betrachtet man den Vorgang z. B. zwischen den VDE-Kugelkalotten bei einem Abstand von 2 oder 3 mm, so ergibt sich folgendes: Von einem lebhaften Hereinziehen der Fasern in das elektrische Feld und einer Brückenbildung kann keine Rede mehr sein. Nur bei Fasern, die an sich schon im stärkeren elektrischen Feld schwimmen, ist der Spannungsstoß durch einen kleinen Ruck bemerkbar. Sehr nahe schwebende einzelne Fasern berühren in seltenen Fällen die Elektrode, werden wechselweise abgestoßen und auch zuweilen in das stärkste Feld hereingezogen. Der Durchschlag erfolgt dann der Faser entlang. Meistens kommt es jedoch zum Durchschlag, ohne daß die Faser dabei eine Rolle spielt. Dagegen erkennt man mit dem Fernrohr deutlich, daß dort, wo die größte Feldstärke herrscht, kleinste Teilchen — ob es winzige Fasern oder schon mikroskopisch kleine Wassertröpfchen waren, konnte unsere Beobachtung nicht klären — heftig herüber- und hinübergeschleudert werden. Diese kleinsten Teilchen scheinen sich im stärksten Felde in weit größerer Zahl zu befinden als außerhalb. Sie wandern vermutlich bei jedem Stoß ruckweise aus dem schwächeren ins stärkere Feld und führen dort zu einer gewissen Anreicherung mit kleinsten Fasern und Wassertröpfchen. Unmittelbar konnte allerdings das Hineinwandern nicht beobachtet werden. Im inhomogenen Feld, z. B. bei Spitzen, ist der Vorgang fast genau so. An den Spitzen läßt sich für einen winzigen Augenblick eine Ölströmung erkennen. Einzelne Fasern oder Feuchtigkeitskügelchen, die zufällig in die Nähe kommen, werden angezogen und heftig abgestoßen. Eine Brücke oder ein ähnliches Gebilde kommt niemals zustande.

Zusammengefaßt läßt sich also sagen, daß der Stoßdurchschlag im technischen Transformatorenöl ein Vorgang ist, bei dem die Fasern keine Rolle spielen. Mithin kann auch der Zustand der Fasern keinen Einfluß auf die Höhe der Durchschlagspannung ausüben. Das bisher veröffentlichte Versuchsmaterial[10] zeigt auch tatsächlich sowohl für inhomogene als auch für homogene Felder in dem Gebiet zwischen 200 und 60 kV/cm einen sehr geringen Einfluß der Feuchtigkeit. Die immerhin noch feststellbare geringe Abnahme in diesem Gebiet wird in der Konzentration kleinster Feuchtigkeitströpfchen im Durchschlagsraum ihre Ursache haben.

[10] Naeher, Arch. Elektrotechn. Bd. 21, S. 169 (1928). Rebhan, wie Fußnote 1.

Digitized by Google

Zur Entwicklung des Netzschutzes.

Von P. v. d. Sterr, Den Haag.

Übersicht. Nach kurzer Erwähnung der bestehenden Schutzsysteme unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Durchführungs-Stromwandlern werden einige Selektiv-Auslösesysteme beschrieben, die nicht der Zeit als Beziehungsgröße bedürfen.

Nachdem die Verknotung der Netze ein bedeutendes Ausmaß angenommen hatte, wurde die genauere Eingrenzung eines gestörten Netzgebietes zu einem Problem, das sich immer dringender und schwieriger gestaltete. Von den früher vorhandenen Verfahren der selektiven Abschaltung war das der Zeitstaffelung mit von der Stromstärke unabhängigen Zeitrelais das vollkommenste, besonders da es mit Hilfe von Richtungsrelais auch in Ringnetzen Verwendung finden konnte. Für die einfachen Netzgebilde ist diese Art der selektiven Auslösung auch heute noch von großer Bedeutung, um so mehr als sie nur Durchführungs-Stromwandler kleinster Leistung erfordert.

Die steigende Vermaschung der Netze aber machte eine Lösung der Netzschutzfrage nach einem allgemeinen Gesichtspunkt immer notwendiger. Trotzdem ein dringendes Bedürfnis vorlag, mußte preislich doch mit dem Wettbewerb der bereits auf dem Markt vorhandenen Hilfsmittel gerechnet werden, wie es bei der Einführung von Neuem stets der Fall ist. Dies war einer der Gründe, weswegen man die Frage so zu lösen suchte, daß eine hohe Empfindlichkeit der Relais für die Höhe und Phasenlage des Stromes nicht erforderlich war[1]. Der Verzicht darauf, die Stromhöhe als Meßwert heranzuziehen, bot den Vorteil, daß das Netz nicht mit teueren vollwertigen Stromwandlern ausgestattet zu werden brauchte, die abgesehen von ihrem geringeren Sicherheitsgrad alle die gleiche Übersetzung haben mußten. Man beschloß also Zeitrelais zu bauen, deren Ablaufzeiten nur von der Spannung abhängig waren. Diese Zeitrelais, die für jedes Sammelschienensystem nur einmal notwendig waren, sollten die unabhängigen Zeitrelais ersetzen und, gerade wie diese, von den vorhandenen aufgebauten Maximalrelais angestoßen werden. Was damals wohl am meisten zu dem sehr einfachen Prinzip der alleinigen Abhängigkeit von der Spannung führte, war die Anpassung an den Grad der Gefährdung des Netzes. Man sagte sich, daß bei einem Kurzschluß die ganze Maschinenleistung nicht an der Kurzschlußstelle selbst verzehrt wird, sondern auf dem noch gesunden Netzteil lastet. Je schwächer nun der Netzteil ist, um so kleiner ist die Restspannung, und da die Relaiszeit sich nach dieser richtet, wird die Gefahr um so schneller beseitigt sein, je größer sie ist. Es wurde bei dieser Überlegung vorausgesetzt, daß die Höhe des Kurzschlußstromes in der Hauptsache von dem Netzwiderstand bedingt wird.

Dieses Zeitrelais[2] war nun zwar imstande, die der Störung am nächsten liegende Schaltstation anzugeben. Die Feststellung aber, welche von den angeschlossenen Leitungen schadhaft war, mußte getrennten Richtungsrelais anvertraut werden, die notwendigerweise an Stromwandler angeschlossen werden mußten. Da die Bauhöhe der Durchführungs-Stromwandler, die allein hierfür in Frage kamen, die Überschlagspannung der Durchführung nicht herabsetzen durfte, war die Eisenmenge und damit die Leistung der Wandler auf das äußerste begrenzt. Zu den vielen Problemen kam also noch das des Durchführungs-Stromwandlers hinzu.

Ohne Rücksicht auf die Eisenverhältnisse, also mit entsprechendem Spiel in der Genauigkeit wurde für die Berechnung der Belastbarkeit von Durchführungs-Stromwandlern das Diagramm nach Abb. 1 benutzt, das sich auf folgender Überlegung aufbaut. Wenn außer dem Primärstrom I_p der Verschiebungswinkel β der Bürde gegeben ist, dann ist der Radius des Kreisdiagramms zu errechnen, denn der Winkel γ des Stromdreiecks I_p, I_s, I_m, der gleich $90° + \beta$ ist, ist konstant für sämtliche Bürden gleicher Induktanz, also für sämtliche Werte von I_s. Sind die genannten Größen bekannt, dann ergibt sich der Radius des Kreises aus

$$r = \frac{I_p}{2 \cos \beta}.$$

In dieser Formel ist die Streureaktanz bereits in dem Winkel β enthalten, d. h. sie ist zu der Bürde geschlagen worden. Bei der Entwicklung des Diagramms aber muß ihre Größe bekannt sein, obwohl es Schwierigkeiten bietet, sie mit einfachen Mitteln zu messen. Ein Weg, diese Messung durchzuführen, wäre, den Stromwandler induktionsfrei zu belasten, denn bei dieser Bürde muß jede Abweichung von γ von dem rechten Winkel auf eine unbekannte Induktanz in dem Stromkreis, in unserem Falle also die Streureaktanz, zurückgeführt werden.

Gelingt es, das Stromdreieck I_p, I_s, I_m und also auch den Winkel γ zu bestimmen, dann wäre der sekundäre Verschiebungswinkel, da er gleich $\gamma - 90°$ ist, bekannt und hiermit die Grundlage für die Errechnung der Streureaktanz gegeben. Dieses Dreieck kann bei genügend hoher ohmscher Bürde mit 3 Amperemetern ermittelt werden, wenn man den Wert I_m, der die geometrische Differenz von I_p und I_s ist, durch eine Ausgleichschaltung mißt. Die sekundäre Windungszahl des Prüflings muß zu dieser Messung so berechnet werden, daß Verluste jeder Art außer acht gelassen werden, damit diese bei der Ausgleichmessung in Erscheinung treten. Sind die 3 Ströme auf diese Art gemessen worden, dann ist

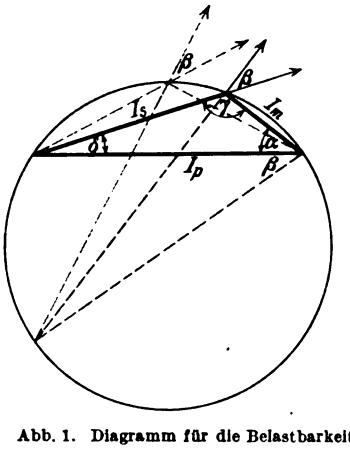


Abb. 1. Diagramm für die Belastbarkeit von Durchführungs-Stromwandlern.

$$\cos \gamma = \frac{I_s^2 + I_m^2 - I_p^2}{2 I_s I_m}.$$

Sollte dieser einfache Weg nicht gangbar sein, dann kann dem Stromwandler eine offene Hilfswicklung gegeben werden und die Phasenlage ihrer Spannung (EMK) zu der des Sekundärstromes mittels einer Kompensationsmethode direkt gemessen werden. Der sich hierbei ergebende Winkel ist der durch die Streureaktanz verursachte Verschiebungswinkel des Sekundärstromes.

Aus dem Diagramm läßt sich leicht ableiten, daß die maximale Voltampere-Ausbeute des Stromwandlers erreicht ist, wenn

$$\delta = \alpha = \frac{90 - \beta}{2}$$

oder wenn

$$I_s = AW_s = \frac{I_p}{2 \sin \gamma/2} = \frac{I_p}{2 \sin \frac{90 + \beta}{2}}.$$

Da der Stromwandler ursprünglich in der Hauptsache für das Richtungsrelais benutzt wurde, hatte man nur dafür zu sorgen, daß der Fehlwinkel nicht zu groß wurde. Wenn man z. B. einen Fehlwinkel von 15° zuläßt, soll die sekundäre Amperewindungszahl den Wert $I_p/2 \cos 15°$ nicht unterschreiten, was voraussetzt, daß $\beta > 60°$ oder das Verhältnis der ohmschen zu der induktiven Bürde kleiner als $1/\sqrt{3}$ ist. Weicht dieses Verhältnis sehr von diesem Wert ab, dann wird es notwendig sein, die Stromwandler-Übersetzung anders zu wählen, z. B. auf 1 A, damit der Wattverbrauch der Meßleitungen, der in vielen Fällen die Hauptbelastung darstellt, heruntergedrückt wird. Bei kleinen Primärströmen ist dieses mit Rücksicht auf die geringe sekundäre Windungszahl sowieso empfehlenswert.

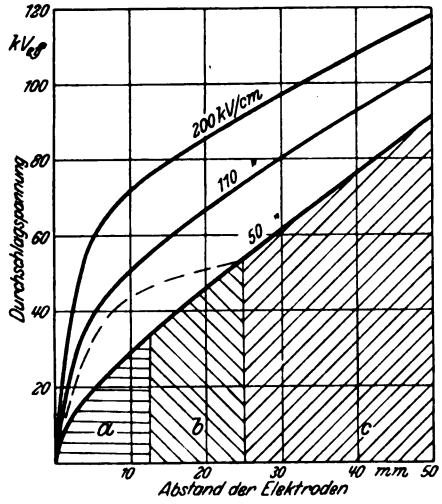
Eine klein erscheinende, aber schließlich weittragende Frage ist die Kennzeichnung der Klemmen bei losen Durchführungs-Stromwandlern, da bei diesen eine Beschriftung zu sehr verdrießlichen Irrtümern Anlaß geben kann. Es empfiehlt sich, sekundär die Klemmen nicht zu bezeichnen, diese dafür aber übereinander, also symmetrisch zu den primären anzubringen. Bei normalen Stromwandlern war diese Art der Anordnung immer Brauch, und es ist unerfindlich, warum man bei Durchführungs-Stromwandlern diese einfache Maßnahme nicht beachtet.

[1] Vgl. P. v. d. Sterr, ETZ 1920, S. 1002.
[2] In Betrieb seit 1922.

Digitized by Google

beschicken. Der Vorgang verläuft nicht immer genau wie hier geschildert. Zuweilen kann man keine Überlegenheit einer Spitze feststellen, dann kreist das Öl zwischen den Elektroden in einem tollen Wirbel, dessen Bewegungsgesetze mit dem Auge nicht erkennbar sind.

Manchmal geht auch dem Zerreißen der Brücke ein merkwürdiger, oft mehrere Sekunden dauernder Erstarrungszustand voraus. Die Brücke schwingt nicht mehr, es ist auch kaum noch eine Ölströmung zu bemerken. Dieser verhältnismäßig seltene Vorgang läßt sich vielleicht damit erklären, daß die Brücke hierbei durch ihren ohmschen Spannungsabfall das Feld in solchem Maße homogen macht, daß sekundenlang die ursprünglichen Gesetze aufgehoben sind.



a Gebiet des Faserbrücken-Durchschlags für Öl von 50 kV/cm
b „ „ erschwerten Faserbrücken-Durchschlags
c „ „ Strudeldurchschlags

Abb. 5. Durchschlagspannung zwischen Kugeln von 5 mm Dmr. bei verschiedener Ölfestigkeit als Funktion des Elektrodenabstandes.

Nun wird auch der Einfluß der Entfernung auf die Feuchtigkeitsempfindlichkeit einer Anordnung vollkommen klar. An der schon oben besprochenen Anordnung, 2 Kugeln mit 5 mm Dmr., können alle Vorgänge leicht verfolgt werden. Abb. 5 zeigt in der üblichen Darstellung die Durchschlagspannung für 3 Ölfestigkeiten als Funktion des Elektrodenabstandes. Für die Ölfestigkeit von 50 kV/cm ist durch Schraffur angedeutet, welche Formen des Durchschlages sich dem Beschauer darbieten. Von 0 bis 12 mm kommt es in allen Fällen zur Brückenbildung, es ist das Gebiet der höchsten Empfindlichkeit gegen Feuchtigkeit. Dann kommt ein bis etwa 25 mm reichendes Gebiet, das man das Gebiet der erschwerten Faserbrückenbildung nennen kann. Hier ist schon ein deutliches Abstoßen der Fasern und eine Ölströmung ähnlich Abb. 5 b zu erkennen. Die Fasern werden aber noch nicht heftig genug abgestoßen, als daß sich nicht doch eine Brücke bilden könnte. Ihre Bildung ist aber durch die Ölströmung mit Schwierigkeiten verknüpft. Sie zittert, schwankt auf und ab und wird öfters zerrissen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Fasern wird zwar die Durchschlagshöhe beeinflussen, aber lange nicht mehr so stark wie in der Zone der reinen Brückenbildung. Jenseits 25 mm Kugelabstand beginnt das Gebiet des reinen Wirbeldurchschlages. In keinem Falle kommt es mehr zur Brückenbildung. Der Zustand der Fasern kann nur noch in weit geringerem Maße als in den anderen Gebieten die Durchschlagshöhe bestimmen. Man durchläuft also von kleinen Entfernungen anfangend zunächst ein Gebiet mit stark homogenem Charakter und gelangt über ein Gebiet mittlerer Feldstärke, wo nur besonders leichte oder gut leitende Fasern abgestoßen werden, in das Gebiet der hohen Feldstärken, das in allen Fällen den Brückendurchschlag verhindert. Es bedarf keines weiteren Beweises, daß alles, was hier für die Kugelelektroden gesagt wurde, für j e d e Elektrodenanordnung gilt. Jedes Elektrodenpaar endlicher Ausdehnung erreicht mit wachsendem Abstand ein Gebiet, wo die Feldstärke zum Abstoßen der Fasern ausreicht. Der Unterschied besteht nur darin, daß dieses Gebiet bei stark gekrümmten Elektroden schon bei kleinen Abständen, bei Elektroden mit großem Krümmungsdurchmesser dagegen erst bei großen Abständen erreicht wird.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei g u t e m Öl? Rechnet man im Grenzgebiet zwischen dem erschwerten und verhinderten Brückendurchschlag in Abb. 5 für Öl von 50 kV/cm bei 25 mm Abstand die Feldstärke nach, so ergibt sich, daß 120 kV/cm zum Abschuß der Fasern nötig sind. Berechnet man mit dieser natürlich nur roh geltenden Zahl für kleinere Entfernungen die Spannung, bei der diese Feldstärke erreicht wird, so entsteht die in Abb. 5 gestrichelt eingetragene Kurve. Sobald also die Spannung über die Werte dieser Kurve hinaus anwächst, müßte es zum Abschuß der Fasern kommen. Auf Öl von 200 und 110 kV/cm angewandt, würde das nach Abb. 5 bedeuten, daß es im ganzen Gebiet nicht zur Brückenbildung kommen kann, vorausgesetzt, daß die Fasern im trockenen Öl nicht wesentlich ihr Verhalten ändern. Tatsächlich zeigt die Beobachtung mit dem Fernrohr die Bestätigung dieser Ansicht. So bemerkt man z. B. in Öl von 200 kV/cm im ganzen Bereiche bis 50 mm Abstand nirgends mehr ein Ansetzen von Bärten wie in Abb. 4 a; nur ganz selten setzen sich seitlich im schwächeren Feld einzelne Fasern zu längeren Fäden zusammen. An der Stelle des stärksten Feldes beginnt sehr bald eine starke Ölströmung. Bei kleinen Entfernungen, z. B. 2 mm, werden die Fasern in rasendem Tempo zwischen den Elektroden hin- und hergeschleudert. Sogar in dem so homogenen Feld der VDE-Elektroden hat man bei dieser Entfernung das gleiche Bild. Die Fasern haben nicht mehr in solchem Maße die Neigung, zusammenzukleben und sich zu verflechten. Es entsteht daher ein breiteres Band, das in seiner flimmernden Bewegung schwer zu beobachten ist. Nimmt man plötzlich die Spannung weg, so erkennt man ein kleines Wölkchen meist lose nebeneinanderliegender Fasern. Sehr oft wird dieses Wölkchen auch bei kleinen Entfernungen ins Feld hinausgeschleudert, und es dauert eine Zeitlang, bis ein neues zustande kommt.

Die unterste Grenze für dieses Bewegungspiel bei trockenem Öl ist erreicht, wenn der Abstand zwischen den Elektroden so klein ist, daß eine Faser ihn ganz überbrücken kann. Auch sie zittert noch heftig, durch sie erfolgt aber dann der Durchschlag, dem öfter noch Vorentladungen vorausgehen.

3. Öldurchschlag bei Stoß.

Wesentlich anders ist das Bild, das sich dem Beschauer bei Stoßbeanspruchung bietet. Betrachtet man den Vorgang z. B. zwischen den VDE-Kugelkalotten bei einem Abstand von 2 oder 3 mm, so ergibt sich folgendes: Von einem lebhaften Hereinziehen der Fasern in das elektrische Feld und einer Brückenbildung kann keine Rede mehr sein. Nur bei Fasern, die an sich schon im stärkeren elektrischen Feld schwimmen, ist der Spannungsstoß durch einen kleinen Ruck bemerkbar. Sehr nahe schwebende einzelne Fasern berühren in seltenen Fällen die Elektrode, werden wechselweise abgestoßen und auch zuweilen in das stärkste Feld hereingezogen. Der Durchschlag erfolgt dann der Faser entlang. Meistens kommt es jedoch zum Durchschlag, ohne daß die Faser dabei eine Rolle spielt. Dagegen erkennt man mit dem Fernrohr deutlich, daß dort, wo die größte Feldstärke herrscht, kleinste Teilchen — ob es winzige Fasern oder schon mikroskopisch kleine Wassertröpfchen waren, konnte unsere Beobachtung nicht klären — heftig herüber- und hinübergeschleudert werden. Diese kleinsten Teilchen scheinen sich im stärksten Felde in weit größerer Zahl zu befinden als außerhalb. Sie wandern vermutlich bei jedem Stoß ruckweise aus dem schwächeren ins stärkere Feld und führen dort zu einer gewissen Anreicherung mit kleinsten Fasern und Wassertröpfchen. Unmittelbar konnte allerdings das Hineinwandern nicht beobachtet werden. Im inhomogenen Feld, z. B. bei Spitzen, ist der Vorgang fast genau so. An den Spitzen läßt sich für einen winzigen Augenblick eine Ölströmung erkennen. Einzelne Fasern oder Feuchtigkeitskügelchen, die zufällig in die Nähe kommen, werden angezogen und heftig abgestoßen. Eine Brücke oder ein ähnliches Gebilde kommt niemals zustande.

Zusammengefaßt läßt sich also sagen, daß der Stoßdurchschlag im technischen Transformatorenöl ein Vorgang ist, bei dem die Fasern keine Rolle spielen. Mithin kann auch der Zustand der Fasern keinen Einfluß auf die Höhe der Durchschlagspannung ausüben. Das bisher veröffentlichte Versuchsmaterial[10] zeigt auch tatsächlich sowohl für inhomogene als auch für homogene Felder in dem Gebiet zwischen 200 und 60 kV/cm einen sehr geringen Einfluß der Feuchtigkeit. Die immerhin noch feststellbare geringe Abnahme in diesem Gebiet wird in der Konzentration kleinster Feuchtigkeitströpfchen im Durchschlagsraum ihre Ursache haben.

[10] Naeher, Arch. Elektrotechn. Bd. 21, S. 169 (1928). Rebhan, wie Fußnote 1.

Digitized by Google

Zur Entwicklung des Netzschutzes.

Von P. v. d. Sterr, Den Haag.

Übersicht. Nach kurzer Erwähnung der bestehenden Schutzsysteme unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Durchführungs-Stromwandlern werden einige Selektiv-Auslösesysteme beschrieben, die nicht der Zeit als Beziehungsgröße bedürfen.

Nachdem die Verknotung der Netze ein bedeutendes Ausmaß angenommen hatte, wurde die genauere Eingrenzung eines gestörten Netzgebietes zu einem Problem, das sich immer dringender und schwieriger gestaltete. Von den früher vorhandenen Verfahren der selektiven Abschaltung war das der Zeitstaffelung mit von der Stromstärke unabhängigen Zeitrelais das vollkommenste, besonders da es mit Hilfe von Richtungsrelais auch in Ringnetzen Verwendung finden konnte. Für die einfachen Netzgebilde ist diese Art der selektiven Auslösung auch heute noch von großer Bedeutung, um so mehr als sie nur Durchführungs-Stromwandler kleinster Leistung erfordert.

Die steigende Vermaschung der Netze aber machte eine Lösung der Netzschutzfrage nach einem allgemeinen Gesichtspunkt immer notwendiger. Trotzdem ein dringendes Bedürfnis vorlag, mußte preislich doch mit dem Wettbewerb der bereits auf dem Markt vorhandenen Hilfsmittel gerechnet werden, wie es bei der Einführung von Neuem stets der Fall ist. Dies war einer der Gründe, weswegen man die Frage so zu lösen suchte, daß eine hohe Empfindlichkeit der Relais für die Höhe und Phasenlage des Stromes nicht erforderlich war[1]. Der Verzicht darauf, die Stromhöhe als Meßwert heranzuziehen, bot den Vorteil, daß das Netz nicht mit teueren vollwertigen Stromwandlern ausgestattet zu werden brauchte, die abgesehen von ihrem geringeren Sicherheitsgrad alle die gleiche Übersetzung haben mußten. Man beschloß also Zeitrelais zu bauen, deren Ablaufzeiten nur von der Spannung abhängig waren. Diese Zeitrelais, die für jedes Sammelschienensystem nur einmal notwendig waren, sollten die unabhängigen Zeitrelais ersetzen und, gerade wie diese, von den vorhandenen aufgebauten Maximalrelais angestoßen werden. Was damals wohl am meisten zu dem sehr einfachen Prinzip der alleinigen Abhängigkeit von der Spannung führte, war die Anpassung an den Grad der Gefährdung des Netzes. Man sagte sich, daß bei einem Kurzschluß die ganze Maschinenleistung nicht an der Kurzschlußstelle selbst verzehrt wird, sondern auf dem noch gesunden Netzteil lastet. Je schwächer nun der Netzteil ist, um so kleiner ist die Restspannung, und da die Relaiszeit sich nach dieser richtet, wird die Gefahr um so schneller beseitigt sein, je größer sie ist. Es wurde bei dieser Überlegung vorausgesetzt, daß die Höhe des Kurzschlußstromes in der Hauptsache von dem Netzwiderstand bedingt wird.

Dieses Zeitrelais[2] war nun zwar imstande, die der Störung am nächsten liegende Schaltstation anzugeben. Die Feststellung aber, welche von den angeschlossenen Leitungen schadhaft war, mußte getrennten Richtungsrelais anvertraut werden, die notwendigerweise an Stromwandler angeschlossen werden mußten. Da die Bauhöhe der Durchführungs-Stromwandler, die allein hierfür in Frage kamen, die Überschlagspannung der Durchführung nicht herabsetzen durfte, war die Eisenmenge und damit die Leistung der Wandler auf das äußerste begrenzt. Zu den vielen Problemen kam also noch das des Durchführungs-Stromwandlers hinzu.

Ohne Rücksicht auf die Eisenverhältnisse, also mit entsprechendem Spiel in der Genauigkeit wurde für die Berechnung der Belastbarkeit von Durchführungs-Stromwandlern das Diagramm nach Abb. 1 benutzt, das sich auf folgender Überlegung aufbaut. Wenn außer dem Primärstrom I_p der Verschiebungswinkel β der Bürde gegeben ist, dann ist der Radius des Kreisdiagramms zu errechnen, denn der Winkel γ des Stromdreieeks I_p, I_s, I_m, der gleich $90° + \beta$ ist, ist konstant für sämtliche Bürden gleicher Induktanz, also für sämtliche Werte von I_s. Sind die genannten Größen bekannt, dann ergibt sich der Radius des Kreises aus

$$r = \frac{I_p}{2 \cos \beta}.$$

In dieser Formel ist die Streureaktanz bereits in dem Winkel β enthalten, d. h. sie ist zu der Bürde geschlagen worden. Bei der Entwicklung des Diagramms aber muß ihre Größe bekannt sein, obwohl es Schwierigkeiten bietet, sie mit einfachen Mitteln zu messen. Ein Weg, diese Messung durchzuführen, wäre, den Stromwandler induktionsfrei zu belasten, denn bei dieser Bürde muß jede Abweichung von γ von dem rechten Winkel auf eine unbekannte Induktanz in dem Stromkreis, in unserem Falle also die Streureaktanz, zurückgeführt werden.

Gelingt es, das Stromdreieck I_p, I_s, I_m und also auch den Winkel γ zu bestimmen, dann wäre der sekundäre Verschiebungswinkel, da er gleich $\gamma - 90°$ ist, bekannt und hiermit die Grundlage für die Errechnung der Streureaktanz gegeben. Dieses Dreieck kann bei genügend hoher ohmscher Bürde mit 3 Amperemetern ermittelt werden, wenn man den Wert I_m, der die geometrische Differenz von I_p und I_s ist, durch eine Ausgleichschaltung mißt. Die sekundäre Windungszahl des Prüflings muß zu dieser Messung so berechnet werden, daß Verluste jeder Art außer acht gelassen werden, damit diese bei der Ausgleichmessung in Erscheinung treten. Sind die 3 Ströme auf diese Art gemessen worden, dann ist

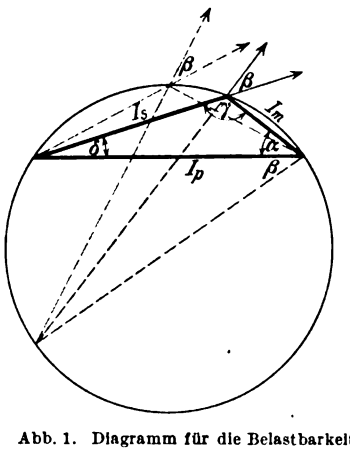


Abb. 1. Diagramm für die Belastbarkeit von Durchführungs-Stromwandlern.

$$\cos \gamma = \frac{I_s^2 + I_m^2 - I_p^2}{2 I_s I_m}.$$

Sollte dieser einfache Weg nicht gangbar sein, dann kann dem Stromwandler eine offene Hilfswicklung gegeben werden und die Phasenlage ihrer Spannung (EMK) zu der des Sekundärstromes mittels einer Kompensationsmethode direkt gemessen werden. Der sich hierbei ergebende Winkel ist der durch die Streureaktanz verursachte Verschiebungswinkel des Sekundärstromes.

Aus dem Diagramm läßt sich leicht ableiten, daß die maximale Voltampere-Ausbeute des Stromwandlers erreicht ist, wenn

$$\delta = \alpha = \frac{90 - \beta}{2}$$

oder wenn

$$I_s = AW_s = \frac{I_p}{2 \sin \gamma/2} = \frac{I_p}{2 \sin \frac{90 + \beta}{2}}.$$

Da der Stromwandler ursprünglich in der Hauptsache für das Richtungsrelais benutzt wurde, hatte man nur dafür zu sorgen, daß der Fehlwinkel nicht zu groß wurde. Wenn man z. B. einen Fehlwinkel von 15° zuläßt, soll die sekundäre Amperewindungszahl den Wert $I_p/2 \cos 15°$ nicht unterschreiten, was voraussetzt, daß $\beta > 60°$ oder das Verhältnis der ohmschen zu der induktiven Bürde kleiner als $1/\sqrt{3}$ ist. Weicht dieses Verhältnis sehr von diesem Wert ab, dann wird es notwendig sein, die Stromwandler-Übersetzung anders zu wählen, z. B. auf 1 A, damit der Wattverbrauch der Meßleitungen, der in vielen Fällen die Hauptbelastung darstellt, heruntergedrückt wird. Bei kleinen Primärströmen ist dieses mit Rücksicht auf die geringe sekundäre Windungszahl sowieso empfehlenswert.

Eine klein erscheinende, aber schließlich weittragende Frage ist die Kennzeichnung der Klemmen bei losen Durchführungs-Stromwandlern, da bei diesen eine Beschriftung zu sehr verdrießlichen Irrtümern Anlaß geben kann. Es empfiehlt sich, sekundär die Klemmen nicht zu bezeichnen, diese dafür aber übereinander, also symmetrisch zu den primären anzubringen. Bei normalen Stromwandlern war diese Art der Anordnung immer Brauch, und es ist unerfindlich, warum man bei Durchführungs-Stromwandlern diese einfache Maßnahme nicht beachtet.

[1] Vgl. P. v. d. Sterr, ETZ 1920, S. 1002.
[2] In Betrieb seit 1922.

Digitized by Google

Stromwandler dieser Sorte können bei ihren sonst guten Eigenschaften keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, erst recht nicht auf eine Präzision, wie sie für eine genaue Distanzmessung nötig ist, mit dem Ziel, die Auslösezeiten der Relais bis zum äußersten zu kürzen.

Nachdem Biermanns schon sehr früh den Distanzbegriff eingeführt hatte, gelang es Bernett, den Abstand einer Störung von dem Meßort dadurch genauer zu bestimmen, daß er den ohmschen Widerstand, also auch denjenigen des Lichtbogens, aus der Messung ausschied. Relais für Einphasen-Wechselstrom, die auf dieser Meßmethode beruhen, sind genau genug, um eine Leitungsstrecke sofort, also ohne vorherige Zeitmessung abzuschalten, sobald der Leitungswiderstand unter den Sollwert gefallen ist. Andere Verhältnisse treten bei Drehstrom auf, weil hier die Phasenlage nicht nur von der Induktivität der Leitung, sondern auch von dem Drehstromfaktor abhängt, der sehr unbestimmt ist, da die Belastung symmetrisch, schief oder ganz einseitig sein kann. Aus diesem Grunde muß die Messung eine relative, die Zeit als Vergleichsgröße benutzende bleiben. Es erübrigt sich wohl, hierauf näher einzugehen, und es sei deshalb nur ein schwieriger Sonderfall eines Doppelerdschlusses betrachtet (Abb. 2), der der Übersichtlichkeit

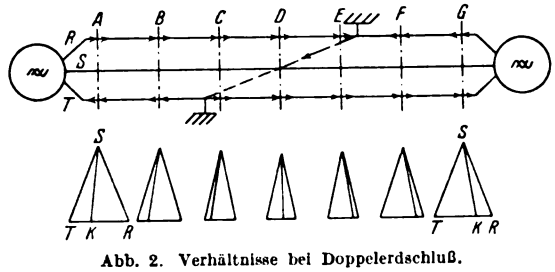


Abb. 2. Verhältnisse bei Doppelerdschluß.

halber symmetrisch gehalten ist. Die Stromrichtungen einer Halbperiode, die an den Leitungen eingezeichnet sind, lassen darauf schließen, daß in den Stationen *C*, *D* und *E* ein Erdstrom (Summenstrom) gemessen wird, der doppelt so hoch ist wie die einzelnen Leitungsströme. In den Stationen *A*, *B*, *F* und *G* dagegen wird gar kein Erdstrom festgestellt werden. Aus der Abbildung geht auch hervor, daß es vorkommen kann, ja daß es sogar sehr leicht möglich ist, daß die Leitungen eines Abschnittes verschiedenen Stromgebieten zugehören, jede mit ihrer eigenen Stromrichtung, Stromgröße, Phasenlage und unter Umständen mit ihrer eigenen Frequenz. Es ist deswegen bedenklich, die Strommeßkreise der Leitungen verschiedener Phasen unlösbar miteinander zu verknüpfen.

Die Phasenspannungen und die Spannungen gegen Erde in den einzelnen Stationen sind aus den in Abb. 2 dargestellten Diagrammen zu ersehen. Während die Phasenspannungen das normale Bild eines zweiphasigen Kurzschlusses zeigen, haben die 3 Erdspannungen S_k, R_k, T_k die Eigenart, daß ihr Knotenpunkt *K*, der sonst in dem Dreieck liegt, jetzt auf die Seite *R*—*T* des Dreiecks fällt und auf dieser hin und her wandert. Die Summenspannung, die sonst zu einer Erdschlußmessung herangezogen wird, steht mit dem Erdschlußstrom in keinerlei Zusammenhang, so daß Relais in Erdschlußschaltung zur Fehlerortmessung nicht brauchbar sind. Diese Spannung ist höchstens bei Doppelerdschluß für Richtungsrelais oder zum Anzeigen des Erdschlusses überhaupt zu verwenden.

Kommt noch ein dritter Erdschluß hinzu oder bildet sich z. B. der bei *E* zu einem Phasenschluß aus, dann werden die Stromverhältnisse noch verwickelter. Während das Stromdreieck bei Station *B* normal ist, also wie in Abb. 3 aussehen mag, wird das Verhältnis in der Nachbarstation *C* ähnlich wie in Abb. 4 sein.

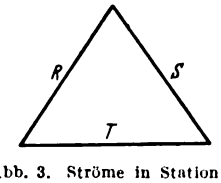


Abb. 3. Ströme in Station *B*.

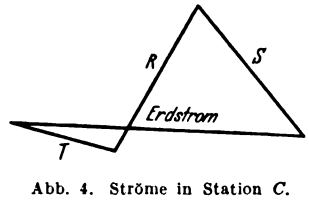


Abb. 4. Ströme in Station *C*.

Für eine Präzisionsmessung, die zu einer zeitlosen Abschaltung nötig ist, fehlt nach dem oben Gesagten zu dem gemessenen Strom die zugehörige Spannung. Um auch diese Schwierigkeit zu überwinden, kann man von dem betreffenden Leitungsabschnitt mit den einzelnen Reaktanzen *R* ein Widerstandsmodell (Abb. 5) machen und dieses von dem Gewirr der Meßströme durchlaufen lassen, u. zw. soll dieses Abbild den Sollwert des Induktivwiderstandes des Abschnittes darstellen. Die Spannungen an den Punkten *a*, *b*, *c* und *d* des Reaktanzmodells sind nun zu vergleichen mit den Spannungen der betreffenden Lei-

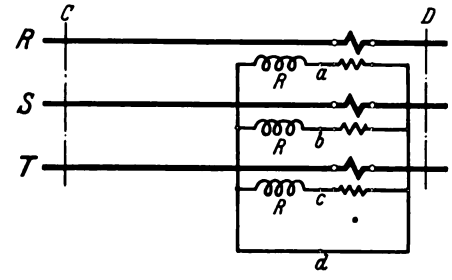
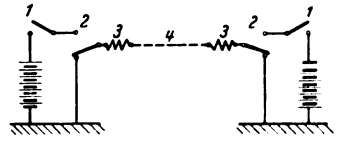


Abb. 5. Widerstandsmodell.

tungen, wobei selbstverständlich dafür Sorge zu tragen ist, daß nur die Induktivspannungen zur Wirkung kommen, eine Forderung, die mit wattmetrischen Relais leicht erfüllt werden kann. Sollte die gegenseitige Induktion der Leitungen das Widerstandsbild wesentlich ändern, dann ist nichts im Wege, auch die induktiven Widerstände des Abbildes in gleichem Maße magnetisch miteinander zu kuppeln.



1 Kontakt des Richtungsrelais
2 Umschaltekontakt des Maximalrelais
3 Auslösespule des Ölschalters
4 Fernsteuerleitung.

Abb. 6. Einfache Schaltung für Schnellauslösung.

Um dem Ziel der Schnellauslösung mit robusteren Geräten näherzukommen, d. h. mit solchen, die keine instrumentale Genauigkeit und Empfindlichkeit aufzuweisen brauchen, kann die Leitung daraufhin überwacht werden, ob ein Störungstrom den fraglichen Abschnitt verläßt oder nicht. Im letzteren Fall hat der Abschnitt eine Störung und muß schnellstens abgeschaltet werden. Sollte der zu schützende Abschnitt nicht aus 2 parallelen Leitungen bestehen, die gegenseitig als Meßleitung dienen können, so müssen besondere Hilfsleitungen gezogen werden, oder es kommt eine Steuerung durch Wellensender in Frage, wie solche in Amerika bereits Eingang gefunden haben. Eins von den einfachsten Verfahren ist dasjenige, bei dem an beiden Enden der Leitung Richtungsrelais eingebaut werden, die mit Maximalrelais mit Umschaltkontakten nach Abb. 6 zusammengeschaltet werden. Um bei Doppelerdschluß klare Verhältnisse zu haben, sollte jede Phase eine Hilfsleitung oder einen Wellensender bekommen. Abgesehen von dem kaum denkbaren Fall eines Doppelkurzschlusses, d. h. von 2 Kurzschlüssen an verschiedenen Stellen, jedoch ohne Erdberührung, werden die Stromrichtungen in den gesunden Abschnitten in den drei Leitungen die gleiche Richtung haben, so daß nichts im Wege stände, die Steuerkontakte der Richtungsrelais parallel auf eine Hilfsleitung oder Sendereinrichtung zu schalten. Sobald aber ein Störungserdstrom fließt (s. Abb. 2), kann man sich nicht auf diesen Gleichtritt der Relais verlassen, so daß die Zusammenschaltung aufgehoben werden muß. Es hat demnach im Falle von Erdstrom eine Trennung und Umschaltung der Hilfsleitung auf die gestörte Leitung stattzufinden. Die Schwierigkeit, diese Leitung herauszufinden, ist überwunden, wenn die Erde ebenfalls als Leitung behandelt und mit Richtungsrelais ausgestattet wird, denn überall da, wo sie stromführend auftritt, ist sie als schadhafte Leitung zu betrachten. Die Schaltung ist auf Grund dieser Erkenntnis so einzurichten, daß die Hilfsleitung oder der Sender selbsttätig auf die Erdstromrelais umgeschaltet werden, wenn ein kurzschlußartiger Erdstrom festgestellt wird. Der Voltampere-Verbrauch der Relais, die zu dieser Art des Netzschutzes notwendig sind, erlaubt den Anschluß an Durchführungs-Stromwandler.

Günstig für eine Schnellauslösung ist der Fall, in dem zwei Leitungen parallel geschaltet sind. Sobald in einer der beiden Leitungen eine Störung auftritt, muß sich an den Enden der Leitungen eine grobe Abweichung von den sonst einfachen Stromverhältnissen ergeben. An

Digitized by Google

dem einen der beiden Enden des Abschnittes sind z. B. die Ströme der beiden Leitungen einander entgegengerichtet oder bei entsprechender Lage des Kurzschlusses wird der Strom in der gesunden Leitung gleich Null. Dieselben Verhältnisse treten an dem anderen Ende

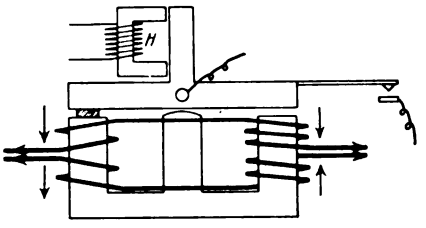


Abb. 7. Schaltung des Relais.

der Leitung ein, wenn der Schalter an dem einen Ende ausgelöst hat. In dem Relais, dessen Wirkungsweise auf der erwähnten Änderung der Ströme beruht (s. Abb. 7), sind die Stromspulen des Magnetsystems so bewickelt und bemessen, daß bei gleichgerichteten Strömen die Felder auf dem linken Joch sich unterstützen, auf dem rechten jedoch sich aufheben. Bei entgegengerichteten Strömen tritt das umgekehrte ein, und das Relais spricht an. Dieses wird infolge der ungleichen Windungszahlen auf dem linken und rechten Joch auch ansprechen, wenn eine der beiden Leitungen stromlos wird. Bei einer Störung außerhalb sind die Ströme in beiden Leitungen immer gleichgerichtet, so daß die Felder in den Spulen sich nach den eingezeichneten Pfeilen addieren oder subtrahieren und das Relais mit Sicherheit nicht anspricht.

Die von der Netzspannung beschickte Spannungspule *H* verhütet, daß das Relais bei einer betriebsmäßigen Ausschaltung einer der zwei Leitungen anspricht. Das Ansprechen wird erst dann erfolgen, wenn die Spannung zusammengebrochen ist, wie dies bei einer Störung immer der Fall ist. Da das Relais wohl mit Sicherheit angeben kann, daß die Doppelleitung gestört ist, nicht aber zu unterscheiden vermag, welche von beiden Leitungen eine Störung hat, muß die Einrichtung durch ein Richtungsrelais vervollständigt werden. Der Voltampere-Verbrauch und die geringen Ansprüche auf Genauigkeit machen den Relaissatz zum Anschluß an Durchführungs-Stromwandler geeignet.

Eine neue Steuerung für elektrische Fahrzeuge.

Von **Karl Hille**, Wildau, Krs. Teltow.

Übersicht. Es wird eine Fahrzeugsteuerung beschrieben, bei der Fahrtwender, Stufenschalter und Hauptschütz gemeinsam von einem einzigen Steuermotor angetrieben werden.

Die letzten beiden von **Maffei-Schwartzkopff** gelieferten Güterzuglokomotiven für 800 V Gleichstrom sind mit einer halbselbsttätigen Vielfachsteuerung ausgerüstet worden, die einige bemerkenswerte Neuerungen aufweist. Das Neue besteht darin, daß sowohl das Hauptschütz als auch der Fahrtwender keinen eigenen Antrieb mehr haben, sondern von der verlängerten Welle des Stufenschalters mitangetrieben werden. Dadurch wird die Steuerung einfach und übersichtlich. Die für die stark schwankende Fahrdrahtspannung zu bemessenden schweren Einschaltmagnete oder die an ihrer Stelle häufig angewandten Druckluftantriebe für Hauptschütz und Fahrtwender werden entbehrlich. Verriegelungskontakte am Hauptschütz können entfallen. Zum Antrieb des Stufenschalters kann irgendein bekanntes und geeignetes Schaltwerk verwendet werden, z. B. das von der Berliner Stadtbahn her bekannte Druckluft-Klinkwerk. Die Maffei-Schwartzkopffwerke haben jedoch, um von der Druckluft freizukommen, ein neues Schaltwerk entwickelt, das von einem elektrischen Hilfsmotor angetrieben wird.

Die neue Steuerung mit dem zugehörigen Antrieb ist in Abb. 1 dargestellt, aus der auch die grundsätzliche Schaltung der Lokomotive ersichtlich ist. Der Anfahrstrom wird durch ein Fortschaltrelais (Bauart Berliner Stadtbahn) überwacht. Es kann wahlweise mit kleiner und großer Beschleunigung — kleiner und großer Zugkraft — angefahren werden. In Ausnahmefällen kann die Zugkraft durch Drücken eines Druckknopfes noch weiter gesteigert werden.

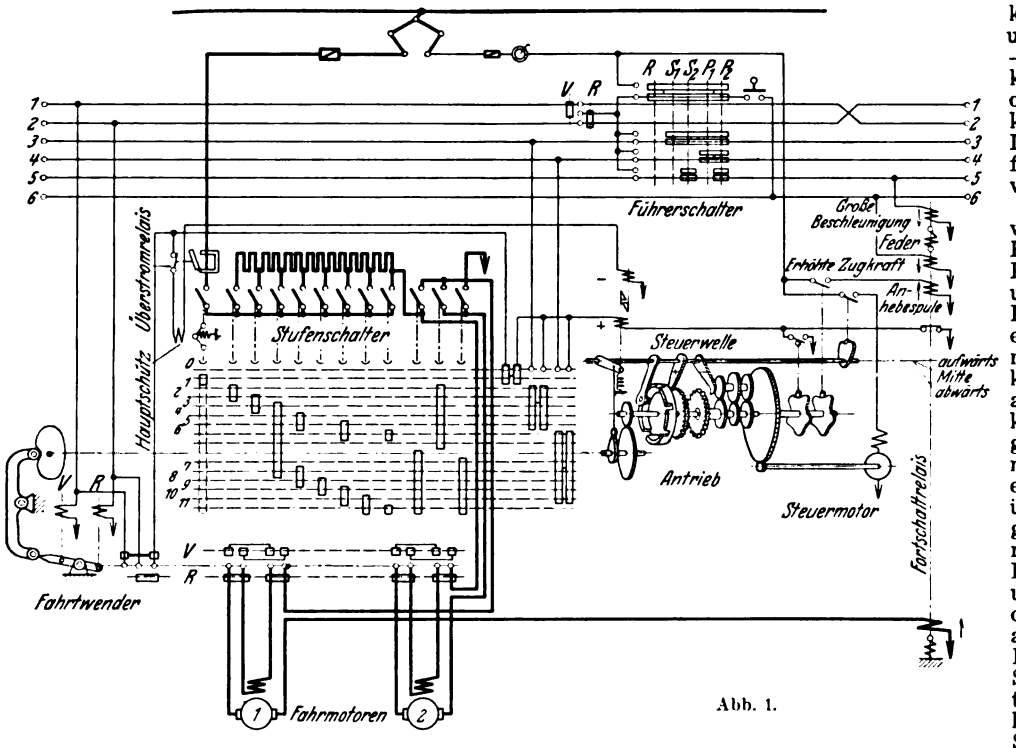


Abb. 1.

Der Antrieb besteht im wesentlichen aus einem Planetengetriebe, je einem Klinkenrad für Aufwärts- und Abwärtsgang, einer Rastenscheibe, einer Steuerwelle und einem Steuermotor. Die beiden Klinkenräder befinden sich lose auf der Hauptwelle und können durch Klinken festgehalten werden. Das Planetengetriebe wird von einem Hauptstrommotor über ein Zahnradpaar angetrieben. Der Steuermotor läuft nur in einer Drehrichtung. Das Ein- und Ausschalten erfolgt durch eine Nockenscheibe auf der Steuerwelle. Nach Erreichen der jeweiligen Schaltstufe wird er selbsttätig ausgeschaltet und läuft leer aus. Mit der Steuerwelle sind die Auf- und Abwärtsklinken und die Stufenraste starr verbunden. Sie wird durch eine Zugfeder in die Abwärtsstellung und durch einen Magneten (+ Spule) in die Aufwärtsstellung gebracht. Auf den Fahrstufen steht sie in der Mittelstellung, in der sie durch einen zweiten Magneten (— Spule) so lange gehalten wird, wie diese Spule unter Spannung steht.

Die Stufenraste braucht nur das geringe Schwungmoment der Nockenwelle aufzunehmen. Steuermotor, Planetengetriebe und Klinkenräder können frei auslaufen.

Digitized by Google

Für alle Lagerstellen sind mit Fett geschmierte Kugellager vorgesehen.

Das Hauptschütz hat das gleiche Kontaktsystem wie die übrigen Nockenschalter des Stufenschalters. Es wird wie diese durch eine Nockenscheibe über einen zweiarmigen Hebel ein- und ausgeschaltet. Da bei dem Hauptschütz die Möglichkeit vorhanden sein muß, auf jeder beliebigen Fahrstufe ausschalten zu können, so ist in dem einen Hebelarm ein Kniehebelgelenk angeordnet, das unter dem Einfluß einer Feder und eines Elektromagneten steht. Das Schütz schaltet aus, sobald der Magnet das Kniehebelgelenk freigibt. Umgekehrt muß das Kniehebelgelenk erst durchgedrückt sein, bevor das Schütz durch die Nockenscheibe eingeschaltet werden kann. Der Magnet zum Durckdrücken des Kniehebelgelenkes ist im Verhältnis zu einem Einschaltmagneten sehr klein.

Der Fahrtwender wird ebenfalls über einen zweiarmigen Hebel durch eine Nockenscheibe angetrieben, die sich auf der Welle des Stufenschalters befindet. Die leicht schwenkbare Fahrtwenderwelle mit den Umschaltkontakten erhält durch zwei Steuermagnete eine kleine Drehung nach vorwärts oder rückwärts. Hierbei braucht jeweils nur ein Sperrkontakt durchgedrückt zu werden, die Hauptkontakte berühren sich nur. Das endgültige Durchdrücken geschieht nach dem Anlaufen des Steuermotors mit Hilfe der Nockenscheibe. Die beiden Steuermagnete können im Verhältnis zu den sonst notwendigen Fahrtwendermagneten ebenfalls sehr klein gehalten werden. Die bei elektromagnetischen Fahrtwenderantrieben üblichen Vorwiderstände, die nach dem Umstellen des Fahrtwenders selbsttätig in den Spulenkreiß eingeschaltet werden, können entfallen.

Wurden bei den bisherigen Steuerungen die drei Hauptapparate vollständig voneinander getrennt, so können sie bei der neuen Steuerung zu einem einzigen Apparat zusammengebaut werden. Dadurch wird erheblich an Raum gespart, der gerade bei elektrischen Fahrzeugen meistens sehr knapp ist. Die Betriebsicherheit ist höher und die Unterhaltungskosten sind geringer.

Der Führerschalter hat 5 Stufen:
1 Rangierstufe „R“,
2 Stufen S_1, S_2 für Serien- und
2 Stufen P_1, P_2 für Parallelschaltung
der Fahrmotoren.

Die Anordnung von Doppelstufen für Serien- und Parallelschaltung hat den Zweck, die Anfahrbeschleunigung bzw. die Anfahrzugkraft auf einfache Weise ändern zu können.

S_1 und P_1 sind die Stufen für kleine Beschleunigung bzw. die Stufen für Anfahrt mit kleinen Zuggewichten; S_2 und P_2 sind die Stufen für große Beschleunigung bzw. die Stufen für Anfahrt mit großen Zuggewichten.

Es ist nicht notwendig, daß sich der Führer schon vor der Anfahrt für eine bestimmte Beschleunigung entscheidet, da der Übergang von S_1 auf S_2 oder von P_1 auf P_2 und umgekehrt mitten in der Anfahrt beliebig und ganz den Bedürfnissen entsprechend erfolgen kann.

Auf den Stufen für die große Beschleunigung wird im Fortschaltrelais eine Spule erregt, durch welche die Federkraft zum Abziehen des Ankers des Fortschaltrelais erhöht wird, so daß der Anker schon bei einem höheren Motorstrom abfällt und den Stromkreis für die +-Spule wieder schließt. Fortschaltstrom und damit Anfahrzugkraft bzw. Anfahrbeschleunigung werden dadurch höher. Wenn bei einer sehr schweren Anfahrt auch die der großen Beschleunigung entsprechende Zugkraft nicht ausreichen sollte, um den Zug in Bewegung zu setzen, so kann sie durch Niederdrücken eines Druckknopfes noch weiter erhöht werden. Hierbei wird die Spule für erhöhte Zugkraft erregt, die den magnetischen Kraftfluß im Fortschaltrelais schwächt und damit den Anker zum Abfallen bringt. Der Stufenschalter wird dann zwangsweise um eine Stufe weiter geschaltet.

Die Vorteile der neuen Steuerung sind nicht nur bei Fahrzeugen mit Zugsteuerung vorhanden, sondern in gewissen Fällen auch bei solchen mit Handsteuerung, bei denen die durchgehende Steuerwelle für den Fahrtwender gespart werden kann.

Die Untersuchung von Schwingungserscheinungen durch Phasenmessungen*.

Von Dr. phil. **W. Späth**, Wuppertal-Barmen.

Übersicht. **Beschreibung eines Phasenmessers zur Ermittlung der Phasenverhältnisse mechanischer Schwingungen. Einige Anwendungsbeispiele aus der Praxis werden gegeben.**

In der Technik treten häufig Schwingungserscheinungen auf, deren genaue Messung Vorbedingung für eine Beherrschung der sich abspielenden Vorgänge ist. Für derartige Untersuchungen werden in der Regel entsprechende Schwingungsmesser benutzt, die auf einem ablaufenden Band die zu messenden Erschütterungen in mehr oder weniger maßstab- und phasengetreuer Abbildung aufzeichnen. Häufig geben bei solchen Messungen für die Entstehung der Erschütterungen gerade die Einzelheiten besondere Anhaltspunkte, die jedoch den aufgezeichneten Diagrammen oft nicht mit genügender Deutlichkeit entnommen werden können. Einerseits ist die Größe der Aufzeichnungen beschränkt, anderseits kann der Papierablauf zur Entzerrung nicht beliebig gesteigert werden.

Es hat sich nun gezeigt, daß durch Phasenmessungen eine genaue Erfassung der Verhältnisse möglich ist. Die Kenntnis der Phasenwerte gestattet in vielen Fällen ein überraschend tiefes Eindringen in die Einzelheiten eines Schwingungsvorganges, so daß lediglich auf Grund von Phasenmessungen, wie weiter unten an Hand einiger Beispiele gezeigt werden soll, eine Deutung der Schwingungsvorgänge mit allen ihren Einzelheiten möglich ist.

1. Beschreibung des Phasenmessers.

Zunächst soll ein solcher Phasenmesser in seiner einfachsten Ausführung näher beschrieben werden. In Abb. 1 ist die Welle irgendeiner rotierenden Anordnung gezeichnet, wobei angenommen sei, daß bei der Rotation dieser Welle aus irgendwelchen Gründen periodische Erschütterungen auftreten. Diese Erschütterungen sollen untersucht werden, insbesondere soll die jeweilige Stellung der rotierenden Anordnung mit den extremen Werten der auftretenden Erschütterungen in Zusammenhang gebracht werden. Zu diesem Zweck wird auf der rotierenden Welle eine Glimmlampe befestigt, der durch zwei Schleifringe und entsprechende Bürsten der Strom einer kleinen Radio-Anodenbatterie von etwa 120 V zugeführt wird. In dem Stromkreis der Batterie liegt ferner eine Unterbrechereinrichtung, die den Strom der Glimmlampe in Abhängigkeit von den zu untersuchenden Schwingungen steuert. Diese Steuereinrichtung kann im einfachsten Falle aus einer Blattfeder bestehen, die in einem schweren Sockel eingespannt ist und eine verschiebbare Masse zur Änderung der Abstimmung trägt. Wird diese Steuereinrichtung an eine Stelle gebracht, die von der rotierenden Maschine in Schwingungen versetzt wird, so gerät die Feder ebenfalls in Schwingungen, wobei der Strom durch die Unterbrechereinrichtung im Takt der Schwingungen geschlossen und geöffnet wird. Durch eine Verstellvorrichtung der Unterbrecherkontakte wird eine scharfe Kontaktgebung in den äußersten Lagen der schwingenden Feder bewirkt.

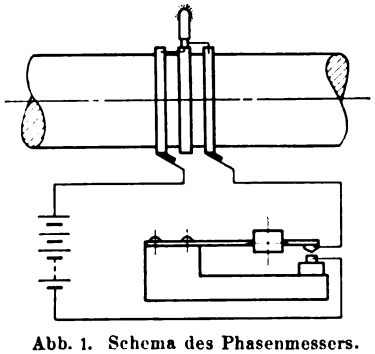


Abb. 1. Schema des Phasenmessers.

Bei rotierender Welle nimmt die Glimmlampe an der Drehung teil und leuchtet in den Augenblicken periodisch auf, in denen die Unterbrechereinrichtung durch die Erschütterungen geschlossen wird. Die Eigenschaften der Glimmlampe verbürgen hierbei ein trägheitsloses Aufleuchten und Erlöschen, so daß beliebig schnelle mechanische Schwingungen untersucht werden können. Bei jeder Umdrehung der Welle wiederholt sich der Zündvorgang, so daß die Glimmlampe in regelmäßigem Takt an bestimmten Stellen aufleuchtet und infolgedessen der Eindruck einer im Raum ruhenden Lichtmarke entsteht. An einer um die Welle gelegten Skala mit Gradeinteilung wird die Stellung der Lichtmarke abgelesen.

* Erstmaliger Eingang 3. XI. 1930; vom Verfasser zurückgestellt bis heute.

Digitized by Google

Durch eine solche Anordnung ist es möglich, die extremen Werte der an beliebigen Stellen auftretenden Erschütterungen mit der zugehörigen Stellung der rotierenden Welle in Zusammenhang zu bringen. Einem Schwingungszyklus entspricht der volle Umfang des von der Glimmlampe beschriebenen Kreises. Abweichungen der Phasenstellung durch irgendwelche Einflüsse machen sich in einem Wandern der Lichtmarke bemerkbar und sind während des Betriebes mit großer Genauigkeit festzulegen. Je nach den besonderen Aufgaben kann eine weitere Anpassung der Meßeinrichtung an die verschiedenen Bedingungen erfolgen. Hierauf soll bei Besprechung der verschiedenen Anwendungsbeispiele kurz eingegangen werden.

2. Anwendungsbeispiele.

a) Untersuchung von dynamischen Vorgängen an Schiffsschrauben.

Die beschriebene Anordnung in ihrer einfachsten Ausbildung wurde zur Untersuchung der dynamischen Vorgänge an Schiffschrauben benutzt und hat hier zu bemerkenswerten Ergebnissen geführt. Über diese Untersuchungen erschien eine ausführliche Arbeit[1], so daß hier eine Beschränkung auf das in diesem Zusammenhang wichtigste möglich ist. — Bekanntlich erzeugt die rotierende Schraube eines fahrenden Schiffes periodische Erschütterungen, die ihre Ursache in den ungleichen Arbeitsbedingungen des Propellers bei der Rotation haben. Zur Untersuchung dieser Erschütterungen wurde eine Einrichtung nach Abb. 1 benutzt, wobei die Glimmlampe auf einer Schiffswelle befestigt ist. Bei rotierendem Propeller zeigt sich zunächst, daß die Glimmlampe in vier aufeinander senkrechten Stellungen periodisch aufleuchtet. Diese vier Stellungen entsprechen den vier Flügeln des Propellers, da bei jeder Umdrehung der Welle vier Schwingungszyklen der mechanischen Schwingungen des Schiffskörpers durchlaufen werden. Es kann also ohne weiteres die Stellung der Schiffsschraube in Verbindung mit den Höchstwerten der auftretenden Erschütterungen gebracht werden. Es zeigte sich ferner, daß die Lage der aufleuchtenden Glimmlampe eine bestimmte Zeit konstant bleibt, zeitweise jedoch ein Wandern der Leuchtmarke um einen bestimmten Winkel auftritt, worauf eine Rückwanderung nach der Anfangsstellung erfolgt. Der Winkel dieser Verschiebung kann für beliebige Meßpunkte bestimmt werden und ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der Verhältnisse. Dies sei an Hand des Vektordiagramms Abb. 2 gezeigt.

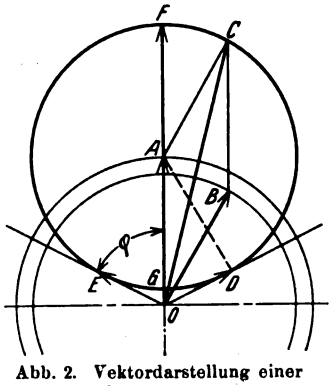


Abb. 2. Vektordarstellung einer Schwebung.

Da es sich im vorliegenden Falle um die Untersuchung eines Zweischraubenschiffes handelt, sind die gemessenen Phasenverhältnisse zu erklären aus dem Zusammenwirken der von den beiden Schrauben ausgehenden Erschütterungen. Diese Erschütterungen kommen zur Interferenz und zeigen das unter dem Namen Schwebungserscheinungen bekannte An- und Abschwellen der Gesamtintensität. In Abb. 2 seien Stellung und Größe der Schwingungen des einen Propellers durch den Vektor OA mit der Länge a_1 dargestellt. In entsprechender Weise stelle OB den Vektor der Schwingungen, die von dem zweiten Propeller erzeugt werden, mit der Länge a_2 dar und einer beliebigen Phasenverschiebung gegen den Vektor OA. Die Gesamtschwingung ist durch den Vektor OC gegeben. Dreht sich der Vektor OB schneller als OA, so nimmt OB alle möglichen Stellungen gegenüber dem mit gleichmäßiger Geschwindigkeit umlaufenden Vektor OA an. Die Endpunkte der jeweils sich ergebenden Gesamtschwingung liegen auf einem Kreis um A mit OB als Radius. Dieser Kreis wird einmal durchlaufen, wenn der schnellere Propeller eine volle mechanische Schwingung aufgeholt und sich demnach um 90° gegenüber dem langsameren Propeller vorwärts gedreht hat.

An Hand dieses Phasenbildes lassen sich die auftretenden Erscheinungen sehr übersichtlich verfolgen. Der Zusammenhang mit den angestellten Messungen und deren zahlenmäßige Auswertung sind ohne weiteres dadurch gegeben, daß die jeweilige Phase des Strahles OC bzw. deren Gesamtänderung bei Durchlaufen des Vektorkreises bekannt ist. Die von dem Nullpunkt O an den Kreis um A gezogenen Tangenten geben zunächst die äußersten Phasenlagen des Gesamtvektors an, der von ihnen eingeschlossene Winkel entspricht der gemessenen Phasenschwankung. Die Kenntnis der Phasenschwankung ermöglicht für jeden Meßpunkt eine eingehende Darstellung der Verhältnisse, insbesondere können z. B. die Amplituden der von den beiden Propellern erzeugten Einzelschwingungen, das Verhältnis der extremen Werte der Gesamtschwingungen, die Art des Durchlaufens des Vektorkreises usw. angegeben werden. Bezüglich der Einzelheiten sei auf Fußnote 1 hingewiesen[2].

Durch Phasenmessungen mit dem beschriebenen Gerät ist eine übersichtliche Beschreibung der Vorgänge möglich. Lediglich über die absolute Größe der einzelnen Vektoren konnte bis jetzt nichts ausgesagt werden. Die absolute Größe der Vektoren läßt sich jedoch ebenfalls sehr genau bestimmen, wenn an Stelle der Feder zur Kontaktgebung ein Beschleunigungsmesser zur Anwendung kommt. Eine solche Einrichtung zur Messung der Maximalbeschleunigung kann nach Galitzin und Grumnach[3] aus einem Gewicht bestehen, das auf einer Unterlage ruht und durch die Erschütterungen von der Unterlage sich abhebt, wodurch die Glimmlampe gesteuert wird. Auf diese Weise kann eine absolute „Auswiegung" der Erschütterung bzw. deren Maximalbeschleunigung erfolgen.

b) Anwendung in der Auswuchttechnik.

Die beschriebene Phasenmeßeinrichtung läßt sich ferner bei manchen Aufgaben der Auswuchttechnik verwenden. Besonders die Auswuchtung rotierender Maschinen im Betrieb und die sich hierbei zeigenden Erscheinungen können mit solchen Einrichtungen untersucht werden. Bekanntlich stellen sich bei schnellaufenden Maschinen trotz sorgfältiger Auswuchtung des Rotors manchmal unangenehme Überraschungen ein. Ungünstig liegende kritische Drehzahlen, besondere Vorgänge in den Ölfilmen der Lager oder auch ungleichmäßige Erwärmung können Störungen im ruhigen Lauf verursachen. In solchen Fällen ermöglicht der Phasenmesser eine genaue Untersuchung, wobei während des Betriebes sich zeigende Veränderungen laufend verfolgt und damit geklärt werden können. Die Glimmlampe wird in entsprechender Weise mit der rotierenden Maschine gekuppelt. Zur Aufnahme der Erschütterungen selbst wird an Stelle der Unterbrechereinrichtung etwa ein Mikrophon verwendet, das an die Meßstelle gebracht wird. Durch die Erschütterungen werden im Mikrophon Wechselströme erzeugt, die nach Verstärkung und Transformierung die Glimmlampe in ihren Spannungspitzen zünden. Das Mikrophon wird zur Ausführung einer Messung an die verschiedenen Meßstellen gebracht, also im vorliegenden Fall etwa an die Lagerstellen der Maschinen, und die leuchtende Glimmlampe gibt dann sofort die Lage des Wuchtfehlers und deren Abhängigkeit von besonderen Faktoren an. Die Einrichtung kann natürlich auch unmittelbar an Wuchtmaschinen Verwendung finden. Die leuchtende Marke zeigt hier beim Durchlaufen der kritischen Drehzahl durch ihr Wandern die Veränderung der Phase zwischen Kraft und Ausschlag an.

c) Anwendung bei Schwingungsprüfmaschinen.

Bei der Untersuchung von elastischen Gebilden der Technik werden heute vielfach Schwingungsprüfmaschinen nach Späth—Losenhausen[4] verwandt. Diese Maschinen kommen in Betracht zur Untersuchung von Brücken, Gebäuden, Fundamenten, Schiffen usw. Es wird hierbei durch umlaufende Massen eine genau regelbare periodische Kraft von einstellbarer Angriffstelle, Angriffsrichtung und einstellbarer Frequenz erzeugt und die Einwirkung dieser periodischen Kraft auf das zu untersuchende Gebilde beobachtet. Das schwingungstechnische Verhalten des Gebildes wird hierbei in Resonanzkurven festgehalten, aus denen alle interessierenden Größen entnommen werden können. Das Meßverfahren ähnelt also etwa durchaus der Untersuchung eines elektrischen Schwingungskreises. Bei diesen Messungen können nun derartige Phasenmesser ebenfalls Verwendung finden. Die Glimmlampe wird mit den Schwungmassen in Verbindung gebracht und rotiert mit diesen. Aus dem Aufleuchten der Lampe kann die jeweilige Phase zwischen erregender Kraft und Amplitude abgelesen werden.

Derartige Schwingungsprüfmaschinen werden heute besonders auch zur Untersuchung der dynamischen Eigenschaften von Bettungen, Fundamenten, Gründungen usw.

[1] Werft Reed. Hafen Bd. 12, S. 324 (1931)

[2] Ferner W. Späth, Z. Techn. Phys. Bd. 12, S. 122 (1931).

[3] Grumnach, Ann. Phys. Bd. 30, S. 951 (1909).

[4] Vgl. z. B. W. Späth, Z. VDI Bd. 73, S. 963 (1929); Bd. 75, S. 83 (1931).

Digitized by Google

benutzt[5]. Entsprechende Maschinen in Verbindung mit den beschriebenen Phasenmessern lassen eine wesentliche Klärung der Fortpflanzungsbedingungen elastischer Schwingungen im Erdboden erhoffen.

Die vorstehenden Ausführungen dürften gezeigt haben, daß durch Bestimmung der Phasenverhältnisse eine übersichtliche Darstellung auch von verwickelteren Schwingungserscheinungen möglich ist. Die Messung der Phasen ist durch die beschriebene Anordnung in einfacher Weise durchführbar, wobei die Möglichkeit der Beobachtung des Verhaltens der Phasen während des Betriebes einen besonderen Vorteil bedeutet[6].

[5] A. Hertwig, Bauing. Bd. 12, S. 457 (1931).

[6] Die Herstellung der Phasenmesser und deren Weiterentwicklung für die verschiedenen Anwendungsgebiete hat die Firma Askania-Werke AG. Bambergwerk, Berlin-Friedenau, übernommen.

Sollen raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen kompensiert werden?

Von J. Kozisek, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß raschlaufende Induktionsmaschinen, insbesondere solche mittlerer und größerer Leistung, in hervorragender Weise geeignet sind, zur Blindleistungserzeugung herangezogen zu werden. Sowohl die Anlagekosten als auch die Verluste sind außergewöhnlich niedrig.

Es ist eine weitverbreitete Ansicht, daß die Kompensation mittels Schlupfstromerregung bei raschlaufenden Drehstrom-Induktionsmaschinen (wie z. B. solchen mit n = 1000, 1500, 3000 U/min bei 50 Hz) nicht wirtschaftlich ist, da einerseits bei Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$ die ersparte Blindleistung nur unwesentlich ist, und daß anderseits die hierzu erforderlichen Drehstrom - Erregermaschinen zu teuer sind, so daß sich der Preis je kVA ersparter Blindleistung zu hoch stellt. Im nachfolgenden soll gezeigt werden, daß diese Ansicht irrig ist, und daß im Gegenteil gerade die Kompensation raschlaufender Induktionsmaschinen sehr wirtschaftlich und zweckmäßig und der Kompensation langsamlaufender Induktionsmaschinen zumindest gleichwertig, in den meisten Fällen jedoch überlegen ist.

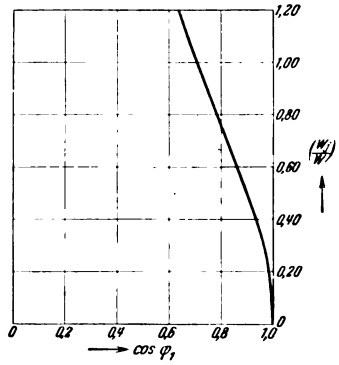


Abb. 1. Ersparte Blindleistung bei Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1{,}0$.

Die Behauptung, daß die ersparte Blindleistung unwesentlich ist, läßt sich durch die Abb. 1 widerlegen. In der letzteren ist in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor die durch Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$ im Ständer der Hauptmaschine ersparte Blindleistung (W_j) in Prozenten der aufgenommenen Wirkleistung (W) aufgetragen. Die Kurve zeigt deutlich, daß selbst bei guten Leistungsfaktoren, wie solche bei raschlaufenden Induktionsmaschinen üblich sind, die ersparte Blindleistung beträchtlich ist und in den meisten Fällen unterschätzt wird. So ist z. B. bei einem $\cos\varphi_1 = 0{,}9$ die genannte Blindleistung bereits rd. 50 % der aufgenommenen Wirkleistung. Man sieht schon hieraus, daß der Leistungsfaktor ($\cos\varphi_1$) hier kein richtiges Bild gibt, sondern daß erst die Blindleistung $\operatorname{tg}\varphi_1 = \left(\frac{W_j}{W}\right)$ die Verhältnisse klar zum Ausdruck bringt. Die Behauptung bezüglich der hohen Anlagekosten für die erforderliche Drehstrom-Erregermaschine trifft ebenfalls in den meisten Fällen nicht zu. Der Grund hierfür liegt darin, daß die das Modell bestimmende kVA-Zahl der Drehstrom-Erregermaschine bei raschlaufenden Drehstrom-Induktionsmaschinen relativ gering ist. Die Mindestleistung einer Drehstrom-Erregermaschine ist nämlich bei Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$ mit großer Annäherung proportional dem Ausdruck

$$s\left(\frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{\cos\varphi_1}\right).$$

Es folgt hieraus, daß die Erregermaschine um so kleiner wird, je kleiner der Schlupf (s) und je besser der nicht kompensierte Leistungsfaktor ($\cos\varphi_1$) der Hauptmaschine ist. Beide Voraussetzungen für eine kleine Erregermaschine sind aber gerade bei raschlaufenden Induktionsmaschinen erfüllt. Der Schlupf ist bekanntlich bei diesen Maschinen in der Größenordnung von 1 % und der Leistungsfaktor in der Nähe von 0,9. Diese Werte sind bereits bei mittleren Leistungen vorhanden, bei größeren Leistungen liegen die Verhältnisse noch günstiger. Es ergeben sich in der Tat für die Kompensation größerer raschlaufender Maschinen sehr kleine Erregermaschinen. So beträgt die Drehstrom-Erregermaschinenleistung für einen 2900 kW-Induktionsmotor bei 1500 U/min und einer Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$ nur 13,5 kVA und für einen 1325 kW-Induktionsmotor bei 3000 U/min und bei denselben Kompensationsverhältnissen nur 7 kVA. Wenn sich in manchen Fällen größere bzw. teurere Drehstrom-Erregermaschinen-Typen ergeben, so liegt dies in den weitaus meisten Fällen lediglich daran, daß die sekundäre Stromstärke, die den Kommutator der Erregermaschine bestimmt, relativ zu niedrig gewählt worden ist, wie dies bei älteren Maschinen manchmal anzutreffen ist. Bei neu aufzustellenden Maschinen ist man jedoch leicht in der Lage, die sekundären Daten der Hauptmaschine so zu wählen, daß sich kleine Erregermaschinen-Modelle ergeben. Hierauf sollte man auch bei Maschinen Rücksicht nehmen, die zunächst keine Erregermaschine erhalten, um bei etwaigem späteren Anschluß wirtschaftliche Erregermaschinen-Modelle zu bekommen. Die sekundären Daten der Hauptmaschine bestimmt heute lediglich die Anlaßspannung, die man mit Rücksicht auf den Anlasser und die Isolation der Läuferwicklung über ein gewisses Maß nicht steigern kann. Es ist jedoch anzunehmen, daß in Zukunft auch nach dieser Richtung hin noch weitere Fortschritte zu erwarten sind, und die Bedingungen für kleine Erregermaschinen daher noch günstiger werden.

Die Durchrechnung zahlreicher Kompensationsfälle bei raschlaufenden Drehstrom-Induktionsmaschinen ergab eine volle Bestätigung des im vorhergehenden Gesagten. Es ergaben sich in den weitaus meisten Fällen Anlagekosten für die ersparte Blindleistung in der Größenordnung von 3 ··· 5 RM/kVA, also Werte, die nach dem heutigen Stande der Technik als niedrig angesehen werden müssen. Sogar der in letzter Zeit sehr verbilligte Kondensator scheidet hier zugunsten der Drehstrom-Erregermaschine meistens aus, da seine Anlagekosten heute noch mindestens das 3 ··· 4fache der oben genannten Zahlen betragen. Nur bei Hauptmaschinen-Leistungen unter etwa 100 kW wird die Erregermaschine wegen ihrer Kleinheit relativ zu teuer, so daß die Anlagekosten für die ersparte Blindleistung hoch werden. In solchen Fällen ist der Kondensator in der Regel vorzuziehen oder die Kompensation an dieser Stelle besser zu unterlassen. Bezüglich der Verluste der Blindleistungserzeugung liegen die Verhältnisse bei den raschlaufenden kompensierten Induktionsmaschinen ebenfalls günstig. Die Verluste der Drehstrom-Erregermaschine sind wegen ihres kleinen Modelles relativ niedrig, insbesondere dann, wenn die sekundäre Stromstärke, die die ausschlaggebenden Kommutatorverluste ziemlich eindeutig bestimmt, nicht anormal hohe Werte annimmt. Die Verluste der Hauptmaschine werden durch den Anschluß der Drehstrom-Erregermaschine recht günstig beeinflußt. Man kann sagen, daß in den weitaus meisten Fällen durch den Anschluß der Erregermaschine die Verluste der Hauptmaschine derart herabgesetzt werden, daß die geringen Verluste der Drehstrom-Erregermaschine mehr als ausgeglichen werden. Man erhält also die ersparte Blindleistung praktisch verlustlos, so daß die Verlustverhältnisse hier noch etwas günstiger liegen als beim Kondensator, da beim letzteren die Verluste immerhin noch etwa $^1/_2$ ··· $^1/_3$ % der Scheinleistung betragen. Der Grund für dieses günstige Verhalten der raschlaufenden Induktionsmaschinen liegt in dem relativ geringen Magnetisierungstrom, der hier nur etwa 25 ··· 50 % des Wirkstromes beträgt. Die sekundäre Gesamtstromstärke der Hauptmaschine wird aus diesem Grunde durch den Anschluß der Erregermaschine, zu-

Digitized by Google

mindest bei einer Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$, kaum gesteigert; die hierbei auftretenden Verhältnisse sind klar aus Abb. 2 ersichtlich, in der der einfache Heylandkreis eines Drehstrommotors von 1325 kW Nennleistung und 3000 U/min gezeichnet ist. Man entnimmt hieraus, daß der sekundäre Strom (I_2) bei Kompensation auf $\cos\varphi_1 = 1$ praktisch konstant bleibt, hingegen wird der primäre Gesamtstrom (I_1) im Verhältnis $1 : \cos\varphi_1$ vermindert, und die Kupferverluste des letzteren werden daher im Verhältnis $1 : \cos^2\varphi_1$ herabgesetzt. Die vom Strom abhängigen zusätzlichen Verluste des Ständers werden in etwa gleichem Verhältnis vermindert. Die Eisenverluste der Hauptmaschine bleiben hingegen wegen der geringen Streuung der raschlaufenden Maschinen praktisch nahezu konstant. Die gesamten Verluste des Maschinensatzes, Hauptmaschine nebst Erregermaschine, werden daher in der Regel nicht erhöht, in manchen Fällen sogar etwas herabgesetzt. Bei den beiden obengenannten Motoren für 2900 kW und 1325 kW wiegen die Minderverluste der Hauptmaschine bei Kompensation auf $\cos\varphi = 1$ die Verluste der zugehörigen Erregermaschine nahezu auf.

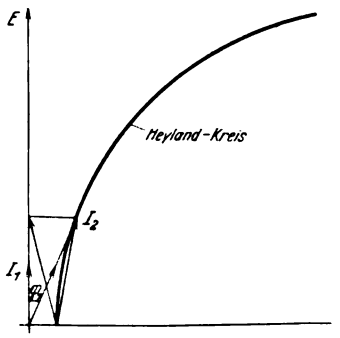


Abb. 2. Stromverhältnisse eines Drehstrommotors von 1325 kW bei 3000 U/min.

Die beschriebenen, besonders günstigen Verhältnisse bezüglich der sekundären Stromstärke bei der Hauptmaschine gestatten es sogar, in vielen Fällen eine schwache Voreilung entsprechend einem $\cos\varphi_1 = 0{,}98$ bis 0,95 voreilend zu erreichen, ohne die Gesamtverluste der nicht kompensierten Hauptmaschine nennenswert zu steigern bzw. größere Modelle nehmen zu müssen. Man erhält dann eine Blindleistungs-Erzeugeranlage, die bezüglich niedriger Anlagekosten und Verluste von keinem anderen Kompensationsmittel erreicht, geschweige denn übertroffen wird. Die Anlagekosten derart erzeugter Blindleistung liegen in der Größenordnung von 2 ··· 3 RM je kVA.

Die raschlaufenden Induktionsmaschinen sind, wie aus dem vorhergehenden ersichtlich, bezüglich der Blindleistungserzeugung wesentlich günstiger als die langsamlaufenden, bei denen eine völlige Kompensation bzw. eine Überkompensation nur mit größeren Erregermaschinen-Modellen und mit einem Mehrverlust in der Hauptmaschine verbunden ist[1].

Aus dem Vorhergesagten folgt weiter, daß die neuere Entwicklung, in weitgehendem Maße raschlaufende Drehstrom-Induktionsmaschinen, z. B. in Form von Getriebemaschinen, zu verwenden, auch vom Standpunkt der Blindleistungserzeugung nur zu begrüßen ist, da gerade diese Maschinen geeignet sind, die erforderliche Blindleistung in sehr wirtschaftlicher und einfacher Weise zu erzeugen.

Zum Schluß sei noch der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, daß vielfach die Ansicht verbreitet ist, daß die Schleifringe mit dauernd aufliegenden Bürsten gerade bei raschlaufenden Maschinen Schwierigkeiten bereiten, und daß es daher schon aus diesem Grunde zweckmäßiger ist, auf den Anschluß der Erregermaschine zu verzichten und mit kurzgeschlossenen Ringen zu fahren. Hierzu ist zu sagen, daß das Stromabnahmeproblem bei raschlaufenden Ringen — zumindest unter normalen Raumverhältnissen — heute als gelöst anzusehen, und daß daher dieser Einwand gegen den Anschluß von Drehstrom-Erregermaschinen an raschlaufende Induktionsmaschinen ebenfalls unberechtigt ist. Die Grenzringbeanspruchungen (Stromstärke, Umfangsgeschwindigkeit) liegen so hoch, daß wir die meisten praktischen Fälle heute mit Sicherheit beherrschen können. Hierüber soll in einem späteren Aufsatz näheres berichtet werden.

[1] Vgl. J. Kozisek, ETZ 1932, S. 1221.

Die Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft.

I. Allgemeine Grundlagen.

Von Rechtsanwalt **Bernhard Blau**, Berlin.

Übersicht. Das Abschreibungswesen ist für die Elektrizitätswirtschaft von besonderer Bedeutung. Neben den Abschreibungen wegen technischer und wirtschaftlicher Abnutzung kommt noch ihre besondere Berücksichtigung bei den auf Konzession beruhenden Elektrizitätsbetrieben in Betracht. In dem vorliegenden Aufsatz wird das Problem der Abschreibungen im Verhältnis zu den Rücklagen dargestellt und eine Übersicht über die Hauptmethoden der Abschreibung — wegen technischer und betriebswirtschaftlicher Abnutzung — gegeben. Bei der Darstellung der Abschreibungen wegen technischer Abnutzung wird das Verhältnis zu dem „laufenden Erhaltungsaufwand" klargestellt, also die gleichmäßig wiederkehrenden Aufwendungen zur Erhaltung der Objekte. Bei der betriebswirtschaftlichen Abschreibung werden als grundlegend die Wertminderungen, die durch technische Überholung, Erfindungen, neue Konstruktions- und Arbeitsmethoden eintreten, dargestellt.

I. Das Problem.

Bei den Abschreibungen zeigen sich im besonderen Maße die engen Zusammenhänge zwischen Technik und Recht. Das hat schon darin seinen Grund, daß eine betriebswirtschaftliche Abschreibung durch den jeweiligen technischen Befund des Gegenstandes bedingt ist, andererseits aber auch dem technischen Fortschritt Rechnung tragen muß. Technischer Befund und technischer Fortschritt sind zugleich die Grundlagen für den Wettbewerb in der Wirtschaft. Das führt mit Konsequenz zu einer Abschreibungsmethode, die in gleichem Maße der „technischen" wie der „wirtschaftlichen" Abnutzung Rechnung tragen muß. Eine richtige betriebswirtschaftliche Abschreibung kann auch nicht an den Ergebnissen moderner Rationalisierung der Industrie vorübergehen. Das Grundgesetz aller Steuergesetze, die Reichsabgabenordnung, schafft die Möglichkeit, bei der Bemessung der steuerlichen Abschreibungen den wirtschaftlichen Elementen Rechnung zu tragen. Danach sind bei Auslegung der Steuergesetze, ihr Zweck, ihre wirtschaftliche Bedeutung und die Entwicklung der Verhältnisse zu berücksichtigen. Der Zweck der nach den Steuergesetzen zugelassenen „Absetzungen für Abnutzung" sowie der „Abschreibungen wegen Wertminderung" geht nicht nur dahin, der technischen Abnutzung und der Entwertung der Objekte einen bilanzmäßigen Ausdruck zu geben, sondern es müssen produktive Abschreibungen geschaffen werden, durch die es den Industriellen nicht nur ermöglicht wird, den Anschaffungspreis der Maschine auf ihre technische Nutzungsdauer zu verteilen, sondern auch für die Erhaltung, Ergänzung und Wiederbeschaffung der Maschine Vorsorge zu treffen. Die strengen Grenzen, die früher zwischen der Abschreibung als einem Mittel der „Verteilung des Anschaffungspreises" auf die technische Nutzungsdauer der Objekte und den Rücklagen als Mittel der „Ersatzbeschaffung" gezogen wurden, beginnen, sich allmählich zu verwischen. Ebenso wie der Reichsfinanzhof in seiner Rechtsprechung die ursprüngliche Grenzziehung zwischen „Instandsetzung" und „Instandhaltung" nunmehr aufgegeben hat, indem sowohl die Aufwendungen für die Instandhaltung als auch für die mit Verbesserung der Objekte verbundene Instandsetzung abgesetzt werden können, hat er in einem grundlegenden Urteil ausgesprochen, daß, wenn selbst Beträge aus Abschreibungen, die im Hinblick auf geplante Neuanschaffungen im Betriebe gerechtfertigt waren, auf Grund nachträglich veränderter Umstände zu dieser Neuanschaffung nicht verwendet werden und somit in Gestalt einer Rücklage erscheinen, dennoch nachträglich nicht zur Besteuerung herangezogen werden können. (Urteil des Reichsfinanzhofs VI A 161/31 Steuer und Wirtschaft 1931, Nr. 342.)

Der wirtschaftliche und rechtliche Unterschied zwischen Abschreibungen und Rücklagen besteht darin, daß durch die Abschreibungen vom Anschaffungspreis oder Buchwert die auf die Gegenstände verwendeten Unkosten auf deren Nutzungsdauer verteilt werden sollen, während die Rücklagenbil-

Digitized by Google

dung eine Kapitalansammlung zum Zwecke der Ersatzbeschaffung darstellt. Die zulässigen Abschreibungsbeträge wurden schon immer von der Steuer anerkannt. Die Rücklagenbildung zum Zwecke der Ersatzbeschaffung unterlag jedoch als Kapitalbildung in voller Höhe der Besteuerung. Auf Grund der Notverordnung vom 5. VI. 1931 ist jedoch eine steuerliche Begünstigung für die Rücklagenbildung geschaffen, nach der in Übereinstimmung mit der nach dem Körperschaftsteuergesetz für juristische Personen gegebenen generellen Besteuerung von 20 % nunmehr auch die von Einzelkaufleuten, offenen Handelsgesellschaften und einfachen Kommanditgesellschaften gebildeten Rücklagen ebenfalls nur einer Besteuerung von 20 % unterliegen. Allerdings darf die steuerlich begünstigte Rücklage nicht mehr als 25 % des Jahresgewinnes betragen und die Gesamtrücklagen dürfen in einem Jahre 40 % des Betriebsvermögens nicht übersteigen. Wichtig und von symptomatischer Bedeutung ist aber das Prinzip der Bildung steuerlich begünstigter Rücklagen überhaupt. Dieses Prinzip muß weiter ausgebaut werden, damit ein wirkliches „Werkerhaltungskonto" für die Ersatzbeschaffung entstehen kann. Insofern ist die steuerliche Begünstigung der Rücklagenbildung auf dem Gebiet der Einkommensteuer auch von grundsätzlicher Bedeutung für die weitere Ausbildung steuerliche begünstigter Rücklagen für die dem Körperschaftsteuergesetz unterliegenden Betriebe. Neben dieser steuerlich begünstigten Rücklagenbildung sind Abschreibungen auf die Gegenstände des Anlagekapitals zulässig, u. zw. auch in solchen Fällen, wo erhöhte Abschreibungen wegen Neuanschaffung von Maschinen oder wegen Umstellung von Betrieben vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß nach den Richtlinien des Landesfinanzamtes Berlin auf Spezialmaschinen, insbesondere automatisch arbeitende, ein Abschreibungsatz von 8 ··· 16 % zulässig ist.

II. Abschreibungsmethoden.

Auf Grund der Rechtsprechung des Reichsfinanzhofes sind folgende Abschreibungsmethoden zu unterscheiden:

1. Die Abschreibungen wegen technischer Abnutzung (auch „Absetzungen wegen Abnutzung" genannt):

Hier soll die Abschreibung der substantiellen Wertminderung der Maschinen Rechnung tragen. Je nach den besonderen Eigentümlichkeiten der Technik sind die Abschreibungsquoten zu bemessen. Insbesondere werden auch hier die Interessen der Betriebsicherheit für die Bemessung der Quoten eine erhebliche Rolle spielen. Bei denjenigen Maschinen, die eine erhöhte Betriebsicherheit verlangen, müssen einzelne Teile schon ausgewechselt werden, bevor die Wirkungen der Abnutzung bemerkbar werden. Hier wird auch die Widerstandsfähigkeit des Materials wesentlich sein. Bei schnellaufenden Maschinen tritt die Unbrauchbarkeit früher ein, als die rein substantielle Abnutzung fortschreitet, also z. B. bei Dampfturbinen eher als bei Kolbendampfmaschinen. Die beweglichen Teile von Maschinen unterliegen einer früheren Abnutzung als die festen Teile. Eine besondere Art der Abnutzung entsteht bei denjenigen elektrischen Maschinen, die von der Isolation abhängig sind (kollektorlose Wechselstrommotoren, insbesondere Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer). Die Einflüsse der Feuchtigkeit sind hier von Bedeutung, ferner das Eindringen von Staub und Schmutz. Für die Feststellung der Isolation sind wiederum die Messungen wesentlich. Ähnliche Gesichtspunkte gelten für Transformatoren, deren Zustand ebenfalls durch die Isolation bedingt ist. Der Einfluß der Wärmegrade ist insbesondere für die Abnutzung der Dieselmotoren wesentlich.

Bei der technischen Abnutzung spielt naturgemäß auch die Frage des „laufenden Erhaltungsaufwandes" eine wesentliche Rolle (Entsch. d. RFH. Bd. 19, S. 201, 204). Diese Frage ist wichtig, weil der laufende Erhaltungsaufwand als Unkosten abgebucht werden kann und somit die Steuerpflicht vermindert. Nach der erwähnten Entscheidung des Reichsfinanzhofs kommt es für die Abzugsfähigkeit des laufenden Erhaltungsaufwandes darauf an, ob nach der Art der Ausgaben und dem Umfange des gesamten Betriebes die Aufwendungen als laufende Ausgaben erscheinen. Werden also Maschinen in gewissen Zeitabschnitten überholt, ohne daß sie dadurch in ihrem Wesen eine Veränderung erfahren, so handelt es sich um einen laufenden Erhaltungsaufwand. Denn für diese Frage ist lediglich entscheidend die Erwägung, daß in jedem Betriebe in gewissen Zeitabschnitten gewisse Aufwendungen notwendig werden, die regelmäßig wiederkehren und bei denen es daher für die Endergebnisse der Gewinnermittlung unerheblich ist, ob sie auf die Gesamtnutzungsdauer der Maschinen verteilt werden oder ob sie sofort in voller Höhe der gesamten Aufwendungen in dem betreffenden Jahre abgebucht werden. Nicht hingegen kommt es für die Abzugsfähigkeit des laufenden Erhaltungsaufwandes darauf an, ob die einzelne Ausgabe etwa eine Verbesserung herbeiführt und die sonst von der Natur gegebene Lebensdauer der Maschine verlängert hat. Ebenso kommt es nicht darauf an, ob etwa eine „Instandsetzung" vorliegt. Die Einwendungen, daß es sich um Verbesserungen oder Instandsetzungen im Gegensatz zu Instandhaltungen handelt, werden oft zu Unrecht von den Finanzbehörden gemacht. Sie sind nach der erwähnten Entscheidung des Reichsfinanzhofs unbegründet, es kommt lediglich darauf an, ob, im Rahmen des gesamten Betriebes gesehen, derartige Aufwendungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit in einer gewissen Höhe wiederzukehren pflegen.

Nur was über den laufenden Erhaltungsaufwand hinausgeht, ist nicht von der Steuer abzugsfähig, so z. B. wenn ein Umbau einer Maschine stattfindet.

Erst wenn festgestellt ist, daß es sich um keinen laufenden Erhaltungsaufwand handelt, der ohne weiteres als Unkosten abzugsfähig ist, entsteht die weitere Frage nach den „Absetzungen wegen Abnutzung" auf die Maschinen.

2. Die betriebswirtschaftlichen Abschreibungen:

Während früher im allgemeinen für die Bemessung der Abnutzungsquoten bei der Abschreibung nur die durch natürlichen Verschleiß eingetretene Abnutzung erfaßt wurde, ist die Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs in der weiteren Entwicklung zur Berücksichtigung des Standes der Technik auf das Abschreibungswesen übergegangen. Als Leitwort zu einem neueren Urteil des Reichsfinanzhofs über die steuerlich zulässigen Abschreibungen an Gegenständen des Betriebsvermögens steht der bemerkenswerte Satz: „Maßgeblichkeit betriebswirtschaftlicher Tatsachen". Damit hat die Betriebswirtschaftslehre auch ihren Einzug in das Steuerrecht gehalten. Man wird sich das merken müssen, um nicht nur im Abschreibungswesen, sondern auch bei dem Teil betriebswirtschaftlicher Fragen, die in das Steuerrecht hineinspielen, z. B. bei der Errechnung der „Selbstkosten", darauf zurückgreifen zu können.

Technische Fortschritte, neue Erfindungen und Konstruktionen sowie neue Arbeitsmethoden sollen für die Nutzungsdauer der Objekte, insbesondere der Maschinen, richtunggebend sein. Dadurch wurde die nur „mechanische" Abnutzung der „wirtschaftlichen" Abnutzung gleichgestellt und eine Erweiterung der Abschreibungsquoten ermöglicht. Schon für die Abschreibungen auf Patente hatte der Reichsfinanzhof im Hinblick auf die Möglichkeit technischer Überholungen ausgesprochen, daß sie in fünf Jahren abgeschrieben werden dürfen, obwohl ihre Laufzeit länger ist. Schon hier hatte also der Reichsfinanzhof dem Fortschritt der Technik durch neue Erfindungen bei der Bemessung der Abschreibungsquoten Rechnung getragen. Bei Abschreibungen auf ein noch nicht patentiertes Verfahren ist ebenfalls der wirtschaftliche Wert für die Höhe der Abschreibungen maßgebend. Aus diesem Grunde können Abschreibungen vorgenommen werden, wenn das ungeschützte Verfahren durch den Wettbewerb in seinen wirtschaftlichen Werten beeinträchtigt werden kann. Die Berücksichtigung des technischen Fortschritts überhaupt ist demnach bei den Abschreibungen auf Maschinen nur folgerichtig. Es ist auch für die weitere Entwicklung des Abschreibungswesens bei Maschinen von Bedeutung, daß gerade eine der grundlegenden Entscheidungen des Reichsfinanzhofes über die Abschreibung von Maschinen handelt (Steuer und Wirtschaft 1930, Urteil Nr. 601). Der Reichsfinanzhof führt aus:

> „Wer eine Maschine anschafft, tut dies deshalb, weil er sich aus der Verwendung der Maschine im Betriebe einen wirtschaftlichen Nutzen verspricht. Er wird sich daher die Frage vorlegen: wie lange wird mir diese Maschine wirtschaftlichen Nutzen abwerfen? Die Antwort auf diese Frage ist nicht die gleiche wie die Antwort auf die Frage: wie lange wird diese Maschine überhaupt in meinem Betriebe laufen? Und noch weniger hat sie mit der Frage zu tun, wie lange die Maschine später im tatsächlichen Ergebnis verwendet worden ist."

Digitized by Google

Damit ist der fundamentale Grundsatz ausgesprochen, daß es für die Bemessung des Wertes der Maschine und somit auch für die Höhe der Abschreibungsquoten nicht auf die tatsächliche Lebensdauer, sondern auf die wirtschaftliche „Nutzungsdauer" ankommt. Hierbei wird auch der Konjunktur Rechnung getragen, insbesondere auch dem Umstand, ob die Maschine noch in der Lage ist, marktgängige Produkte zu erzielen und so der Konjunktur standzuhalten.

In einer weiteren Entscheidung des Reichsfinanzhofes (Steuer und Wirtschaft 1931, Urteil Nr. 185) sowie in dem Urteil vom 1. Februar 1931 (VI. A. 161/31) wird in besonderem Maße der Einfluß „betriebswirtschaftlicher" Tataschen für die Bemessung der Abschreibungsquoten ausdrücklich anerkannt. Hier wird den besonderen Eigentümlichkeiten des einzelnen Betriebes, seiner Arbeitsweise und Inanspruchnahme Rechnung getragen. Danach ist für die Bemessung der Abschreibungsquoten maßgebend „die Erwartung, die der Steuerpflichtige als sorgfältig rechnender Kaufmann bei Aufstellung seiner Bilanz in Rechnung ziehen kann und muß, wenn er sich fragt, wie lange er voraussichtlich die zu berücksichtigenden Gegenstände in seinem Betriebe nach den für diesen Betrieb gegebenen Verhältnissen und nach seiner Art zu wirtschaften, mit Nutzen und Erfolg werde verwerten können". Insbesondere für Betriebe mit großer Inanspruchnahme der maschinellen Anlagen kann diese Entscheidung von weitreichenden Auswirkungen sein. —

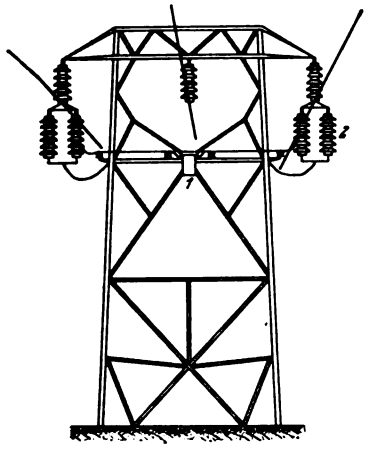
Das Problem der Abschreibungen vom Restwert (Buchwert), sowie dasjenige der Sonderabschreibungen bei Neuanschaffungen von Maschinen soll in einem weiteren Aufsatz behandelt werden.

Es wäre wünschenswert, wenn das wichtige Gebiet des Abschreibungs- und Rückstellungswesens in der Elektrizitätswirtschaft in einer allgemeinen Aussprache der beteiligten Kreise erörtert würde.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Wirtschaftliche Entnahme kleiner Leistungen aus dem Hochspannungsnetz. — Viel Beachtung hat eine Einrichtung gefunden, welche es mit Hilfe einer Spannungsteilung durch eine Kondensatorenkette ermöglicht, kleine Leistungen bis höchstens 25 kW direkt einer Hochspannungs-Fernleitung wirtschaftlich zu entnehmen, ohne die sonst übliche teure Transformatorenstation zu benötigen. In Frage kommt eine solche Einrichtung für in der Nähe von Hochspannungs-Fernleitungen befindliche Verbraucher, für die eine Versorgung mit Strom aus einer anderen Quelle infolge ihrer weiten Entfernung davon nicht stattfinden kann. Besonders für die Elektrisierung und Beleuchtung auf dem Lande verspricht man sich Nutzen von dieser Möglichkeit[1].



1 Transformator
2 Kondensatorkette

Abb. 1. Anordnung von Kondensatorketten am Hochspannungsmast zur Entnahme von Niederspannung.

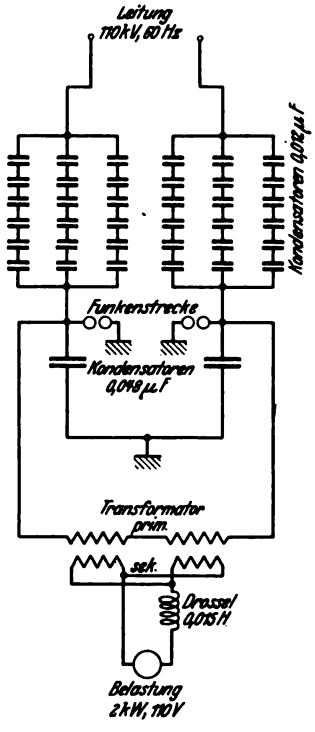


Abb. 2. Einrichtung zur Entnahme von Niederspannung aus dem Hochspannungsnetz.

H. Brooks gibt eine Beschreibung der in Amerika verwendeten Einrichtung. Hochspannungskondensatoren werden in ein Porzellangehäuse eingebettet, das äußerlich dem Glied einer Isolatorenkette ähnlich ist. Eine Anzahl dieser Einheiten werden in Reihe verbunden und die so erhaltene Kondensatorenkette an eine Phase der Hochspannungsleitung angeschlossen oder zwischen Leitung und Erde geschaltet. Durch Anzapfung einer Einheit erhält man dann, wie bei einem Potentiometer, eine Teilspannung, welche zweckmäßig mit einem kleinen Transformator auf die verlangte Niederspannung heruntertransformiert wird. Um auch bei wechselnder Belastung eine gut konstante Spannung zu bekommen, wird in Reihenschaltung mit der Belastung eine Drosselspule vorgesehen, deren Induktivität so abgestimmt ist, daß sie mit der angezapften Kapazität Resonanz ergibt. Die ganze Einrichtung wird auf dem Hochspannungsmast montiert, von dem durch ein Kabel die Niederspannung der Verbrauchstelle zugeleitet wird. Abb. 1 mag einen Begriff geben, wie die Anordnung auf dem Mast erfolgt.

Die Kondensatoreinheiten sind von der gleichen Bauart, wie sie sich als Kopplungsglieder für die Telephonie über die Hochspannungs-Fernleitungen bewährt haben. Ihre Spannung ist so bemessen, daß der erforderliche kleine Transformator eine lagermäßige Type sein kann. Es werden so viele Einheiten in Reihe genommen, als der jeweiligen Hochspannung entspricht, und so viele Ketten in Parallelschaltung verwendet, als für die verlangte Leistung erforderlich ist. Man kommt auf diese Weise immer mit den gleichen Kondensatoreinheiten aus. Abb. 2 gibt die Schaltung für einen Fall, dessen Daten eingeschrieben sind. Der Mittelpunkt ist aus Sicherheitsgründen geerdet, und den angezapften Kondensatoren sind Funkenstrecken parallel geschaltet, um Überspannungen fern zu halten.

Der Wirkungsgrad dieser Spannungsumformung ist recht gut, da die Kondensatoren sehr niedrige Verluste haben; er ist etwa vergleichbar dem eines Transformators ähnlicher Leistung. Der Leistungsfaktor ist sehr niedrig, was aber in den Fällen sehr erwünscht ist, wo die induktive Belastung der Fernleitung groß ist. Der wirtschaftliche Anwendungsbereich dieses Systems wird angegeben für Leistungen bis 25 kW bei 110 oder 220 V von Hochspannungs-Fernleitungen mit 4 kV und darüber bei 50 oder 60 Hz. Für niedrigere Frequenzen, etwa 25 oder 16⅔ Hz, wird die Anzahl der benötigten Kondensatoren zu groß. (H. Brooks, Electr. J. Bd. 26, S. 477.)

Knn.

Elektromaschinenbau.

Der Ständerwiderstand und die Drehmomente der Synchronmaschine. — Der Verfasser verfolgt dieses bereits einmal von Dreyfus aufgegriffene Problem in systematischer Weise weiter. Die Betrachtungen bauen sich auf drei Differentialgleichungen auf, die unter Beachtung der Polausprägung für eine Zweiphasenmaschine aufgestellt werden. Hierbei wird zur Vereinfachung angenommen, daß auftretende Pendelungen des Läufers klein seien und gegenüber den elektrischen Vorgängen langsam verlaufen. Schenkel schafft so eine gemeinsame Grundlage für alle die Erscheinungen, die bisher als Görges-Phänomen, Kurzschlußdrehmoment, synchronisierendes Moment, Dämpfungsmoment und Reaktionsmoment schon bekannt waren. (M. Schenkel, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3.) *Zrn.*

Fortschritte im Bau von Regeltransformatoren. — Im Bau von Regeltransformatoren für mittlere und größere Leistungen sind in letzter Zeit erhebliche konstruktive Verbesserungen erzielt worden, die sich im Aufbau der Schaltwerke selbst sowie im zweckmäßigen Zusam-

[1] Trans. Amer. Illum. Engr. Soc. Bd. 25, S. 712 (1930).

Digitized by Google

menbau mit den zu regelnden Transformatoren auswirken. Die vom Sachsenwerk entwickelten Regelschaltwerke bevorzugen den organischen Zusammenbau von Lastschalter und Stufenwähler unter Zuhilfenahme eines als Durchführung ausgebildeten Porzellankörpers (Abb. 3). Dabei benötigt der gemeinsame Antriebsmechanismus den geringsten Aufwand an Kupplungsorganen. Die Lastschalter arbeiten nach dem Prinzip eines Kraftspeicher-Umschalters, unter Verwendung verchromter Kupferrollen für die Widerstandskontakte. Die stromlos schaltenden Stufenwähler bestehen aus zwei übereinander angeordneten Kontaktgruppen für die geradzahligen und ungeradzahligen Anzapfungen mit je einer schleifringförmigen Sammelschiene. Die Anwendung senkrechter Isolation entsprechend dem Prinzip des neuzeitlichen Ölschalterbaues ist selbstverständlich. Der aus Abb. 4 ersichtliche Aufbau auf das Transformatorengefäß erfolgt bei vollkommener Trennung der Ölfüllung des Transformators und des Lastschalters. Die dem Verschleiß unterworfenen Kontakte sind durch Abheben des Deckels der Lastschaltertöpfe leicht zugänglich. Ihre Kontrolle ist frühestens nach 10 000 ··· 15 000 Schaltungen nötig. Für Montagezwecke lassen sich die Porzellandurchführungen mit den aufgebauten Lastschaltern einzeln herausheben. (E. H a y n, Sachsenw.-Mitt. 1932, S. 30.) *fi*

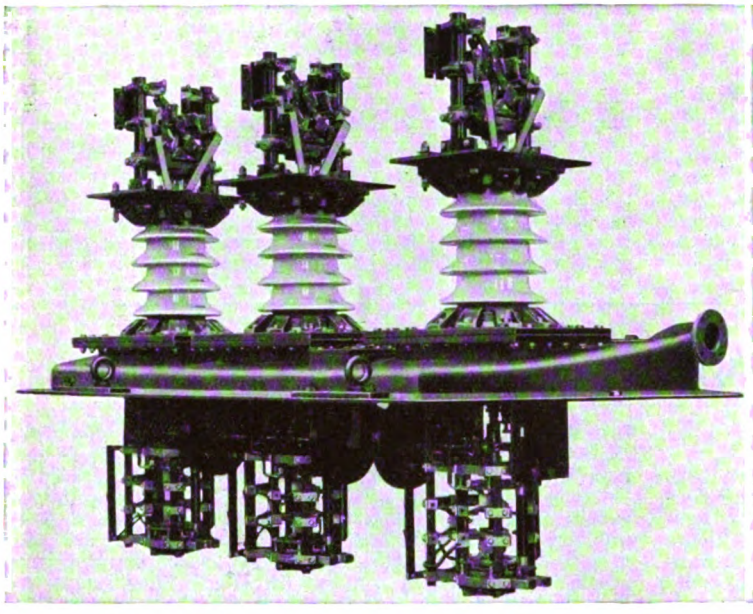


Abb. 3. Dreiphasiges Regelungs-Schaltwerk Reihe 30, 350 A, für ± 6 Stufen.

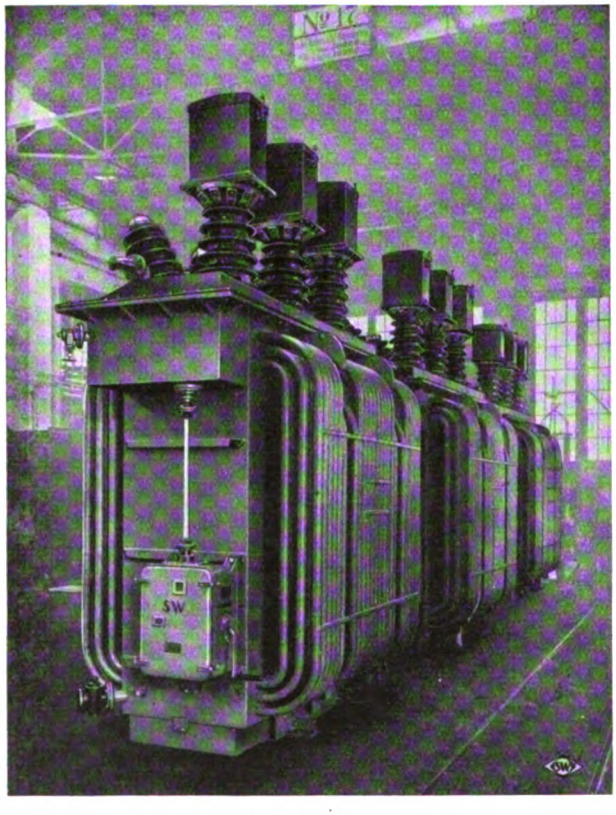


Abb. 4. Regeltransformatoren für je 15 000 kVA Durchgangsleistung.

Die synchronisierende Leistung großer Wechselstrommaschinen. — Die genaue Kenntnis dieser Größe ist für die Beurteilung der Stabilität der Maschinen an sich und des Parallelbetriebs und Zusammenschlusses von Kraftwerken von Wichtigkeit. R ü d e n b e r g zeigt eingangs, daß man das Erregerfeld großer Synchronmaschinen während des Pendelns praktisch als konstant ansehen kann, was eine wesentliche Vereinfachung der Betrachtungen ergibt. Die Vorgänge beim Pendeln werden an Hand eines Vektordiagramms analysiert, wobei der Einfluß der Eisensättigung und der unterschiedlichen Längs- und Querfeldausbildung in Rechnung gesetzt wird. Dann untersucht der Verfasser zahlenmäßig die günstige Wirkung der in den massiven Teilen des Polrades auftretenden Wirbelströme sowie der Dämpferströme in der Dämpferwicklung, das schädliche Überschwingen der Maschinen bei Wirk- und Blindstromstößen und bestimmt quantitativ die Größe der Stoßschwingungen beim Synchronisieren und bei Laständerungen in gekoppelten Netzen. Eine Reihe von Untersuchungsergebnissen an kleinen und sehr großen Schenkelpolgeneratoren bestätigt die Richtigkeit und Genauigkeit der vom Verfasser angegebenen Berechnungsverfahren. (R ü d e n b e r g, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3.) *Zrn.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Meßgeräte für Blitzmessungen. — Zur Messung von Blitzüberspannungen auf Leitungen wurden zwei Überspannungsanzeiger, einer mit bewegtem Film und ein zweiter mit feststehendem Film entwickelt. Beide verwenden Lichtenberg-Figuren zur Aufzeichnung des Spannungshöchstwertes. Die Geräte sind einphasig und mit Elektroden zur Aufzeichnung der direkten und der entgegengesetzten Polarität der Überspannungen versehen. Der Überspannungsanzeiger mit bewegtem Film (12,7 mm/h) ist mit einer durch radioaktive Masse bewirkten Zeitmarkierung ausgerüstet, die die Uhrzeiten auf dem Film in Erscheinung treten läßt. Der Anschluß an die Leitung erfolgt durch einen Isolatoren-Ketten-Spannungsteiler mit Schutzringen. Aus den Aufzeichnungen vieler längs der Leitung eingebauter Überspannungsanzeiger ergibt sich der Spannungsverlauf längs der Leitung, aus dem die Wellendämpfung ermittelt werden kann. Die Auswertung vieler Versuchswerte hat die empirische Formel $U = \frac{U_0}{k s U_0 + 1}$ ergeben. Hierin bedeuten U die Spannung in kV in einer Entfernung s vom Wellenursprung, k einen Faktor, der von der einzelnen Leitung abhängt und zwischen $4 \cdot 10^{-4}$ und $6 \cdot 10^{-5}$ liegt, s die Entfernung vom Wellenursprung in Meilen (1 Meile = 1,61 km).

Neben Versuchen mit künstlichen Stoßspannungen wurden natürliche Blitzüberspannungen bis zum 14fachen der normalen Betriebscheitelspannung gegen Erde in einigen wenigen Fällen gemessen (2400 kV auf einer 220 kV-Leitung). Überspannungen geringerer Höhe traten dagegen zahlreich auf. Bei geringen Überspannungswerten ist es schwer, zwischen Schalt- und Blitzüberspannungen zu unterscheiden.

Der Überspannungsanzeiger mit feststehendem Film ist besonders für Verteilungsnetze verwendbar. Er enthält in einem wetterfesten Porzellangehäuse zwei kreisförmige Filme, auf denen neben den Lichtenberg-Figuren beider Polaritäten durch Belichtung mit radioaktiver Masse eine Kennziffer erscheint. Die Wellengestalt von

Digitized by Google

Überspannungen wird mittels Kathodenstrahl-Oszillographen gemessen, die durch einen kapazitiven Spannungsteiler an die Leitung angeschlossen sind. In der Versuchsanordnung des Jahres 1930 beginnt der erste von zwei Oszillographen den Wellenverlauf selbsttätig innerhalb $\frac{1}{4} \cdots \frac{1}{2}\ \mu s$ nach Eintreffen der Welle mit sehr großer Abszissengeschwindigkeit aufzuzeichnen. Der zweite Oszillograph beginnt $1 \cdots 2\ \mu s$ nach Inbetriebsetzung des ersten und schreibt den Rest der Welle mit den folgenden Reflexionen auf. Hunderte von Oszillogrammen haben wesentlich zur Kenntnis der Wellenform von Blitzüberspannungen beigetragen.

Von besonderem Wert erwies sich ein Meßgerät, das zwischen direkten Einschlägen in einen Mast, ein Erdseil oder einen Leiter und induzierten Überspannungen auf einem Leiter unterscheiden kann. Der Blitzschlaganzeiger, der Lichtenberg-Figuren verwendet, besteht im wesentlichen aus einem lichtdichten Filmpack zwischen zwei Elektroden. Eine Hochstromwelle (50 000 A und mehr), wie sie bei direkten Schlägen auftritt, ergibt einen hohen Spannungsabfall in dem 4,5 ··· 9 m langen Mastabschnitt, der von den Zuleitungen zu den Elektroden überbrückt wird, wodurch auf den Filmen Lichtenberg-Figuren entstehen. Die mit induzierten Überspannungen verbundenen Ströme reichen hingegen nicht aus, um Aufzeichnungen hervorzurufen. Wird dieser Blitzschlaganzeiger an jedem Mast angebracht, so gibt er die Stellen direkter Einschläge und deren ungefähre Stromstärke sowie Polarität an. (Durch den magnetischen Fluß im Meßkreis zusätzlich induzierte Spannungen können höhere Stromstärken vortäuschen, als tatsächlich auftreten. Anm. d. Ber.)

Der Überschlaganzeiger zeigt vom Erdboden aus sichtbar das Überschlagen einer Isolatorenkette an. Er wird an einen Teil des Mastes, gewöhnlich an eine Traverse, angeschlossen, die den Überschlagstrom einer einzelnen Hängekette führt. Der durch die Traverse fließende Strom ergibt am Gerät eine ausreichende Spannung und den nötigen Strom, um ein Auslöseglied zu zerstören, wodurch ein Schauzeichen durch Federkraft in Erscheinung tritt[1]. Der Überspannungsanzeiger ist auch für fünfmalige Anzeige ohne Auswechselung von Auslösegliedern entwickelt worden.

Der Blitz-Heftigkeits-Messer gestattet die Feststellung der Gewitterheftigkeit. Er besteht aus einer Kamera mit photographischem Film, einer Glimmlampe und einer Antenne. Befindet sich die Antenne im Wolkenfeld, so erhält sie eine Ladung, die der Feldstärke entspricht. Bei einem Blitzschlag ändert sich das Feld, wodurch die Antennenladung nach Maßgabe der Feldänderung durch die Glimmlampe strömt und eine dieser proportionale Belichtung des Films hervorruft. Die Schwärzung des Films ist ein Maß für den während der Belichtung aufgetretenen Feldstärkensprung; sie kann mit photometrischen Methoden gemessen werden. (C. M. Foust, Gen. Electr. Rev. Bd. 34, S. 235.) *-gn-*

Beleuchtung.

Technische Anwendungsgebiete für ultraviolettes Licht. — Das ultraviolette Licht hat in hygienischer und medizinischer Hinsicht große Bedeutung erlangt und hat sich auch in die Technik bereits auf vielen Gebieten eingeführt: so für Schnellprüfungen der Farbechtheit und der Dauerhaftigkeit von Anstrichen, der Alterung von Geweben und Fasern; für die Prüfung und Sortierung von Stoffen durch Fluoreszenz oder durch die Veränderung ihres Aussehens unter Einwirkung des ultravioletten Lichtes zur Feststellung von Mineralien, zur Prüfung von Farben, Ölen, Arzneiwaren, Nahrungsmitteln, Getränken, Zuckerlösungen und -präparaten, Gemälden, Palimpsesten, Dokumenten. Ferner finden die UV.-Strahlen Verwendung zur Entkeimung von Wasser, insbesondere für Schwimmbäder und in der Kunsteisherstellung, zur beschleunigten Härtung dünner Emailschichten auf Patentleder, für Blutuntersuchungen, zur Herstellung des Vitamins D in Nahrungsmitteln und in chemischen Präparaten (Drogen), schließlich zur Bearbeitung des Tabaks, dessen beißende und reizende Bestandteile durch Oxydierung der Reizstoffe durch das bei der UV.-Strahlung entstehende Ozon teilweise unschädlich gemacht werden. Von der oxydierenden Wirkung der UV.-Strahlung dürften in ähnlicher Weise noch weitere bedeutungsvolle technische Anwendungen in der Zukunft zu erwarten sein.

Von der Industrie, die sich mit diesen zahlreichen Anwendungsgebieten ultravioletten Lichtes befaßt, wird allgemein die Entwicklung besserer Meßverfahren gefordert, sowohl hinsichtlich der monochromatischen Zerlegung als auch hinsichtlich der Energiemessung der zerlegten Strahlung. Die bisher gebräuchlichen Methoden sind für den technischen Betrieb noch nicht geeignet. (E. E. Free u. C. C. Clark, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 26, S. 744.) *Hé.*

Zur Messung der Ultraviolett-Lichtquellen. — In Amerika wird das Gebiet der biologisch wirksamen Strahlung, der „Gesundheitstrahlung", von vielen Forschern bearbeitet und als wichtiger Zusatz der sichtbaren Strahlung bezeichnet. Luckiesh erblickt in der beleuchtungstechnischen Bearbeitung der „Gesundheitstrahlung" eine neue und bedeutungsvolle Phase in der Entwicklung der Lichttechnik. Er untersucht die Zusammenhänge zwischen der biologischen Wirksamkeit und der Lichtstärke der künstlichen UV.-Strahler. Die Versuche befinden sich jedoch erst im Anfangstadium, genaue physikalische Meßverfahren sind in der Durchbildung begriffen.

Die Alkaliphotozelle in Verstärkerschaltung wird zur Messung der UV.-Strahlung in weitem Umfange benutzt. Die selektive Empfindlichkeit der Photozelle muß in Übereinstimmung mit der Empfindlichkeitskurve des zu untersuchenden biologischen Vorganges gebracht werden. Für die Messung des „Sonnenbrandes" der menschlichen Haut (Erythem), der durch UV.-Strahlen hervorgerufen wird, benutzte man bisher die Kadmiumzelle in Verbindung mit Uviolglasfilterung. Nach den Forschungsergebnissen von Sharp und Little dürfte sich jedoch die Natriumzelle in Verbindung mit Corex-Rot- und Corex-D-Glasfiltern für diese Messung besser eignen. Die Empfindlichkeitskurven (Erythemkurve und Spektralkurve der Natriumzelle) stimmen nach Taylor und Holladay mit großer Annäherung überein, während bei der gefilterten Kadmiumzelle die gegenseitige Deckung der Kurven weniger gut ist. (M. Luckiesh, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 26, S. 703; C. H. Sharp u. W. F. Little, ebenda S. 735; A. H. Taylor u. L. L. Holladay, ebenda S. 720.) *Hé.*

Bergbau und Hütte.

Elektrische Streckenvortriebsmaschinen. — Die Großschrämmaschinen haben bisher nur im Abbau Verwendung gefunden. In neuerer Zeit ist man auch dazu übergegangen, die Maschinen bei der Vorrichtung neuer Abbaufelder anzuwenden. Beim Kammer- und Pfeilerbau

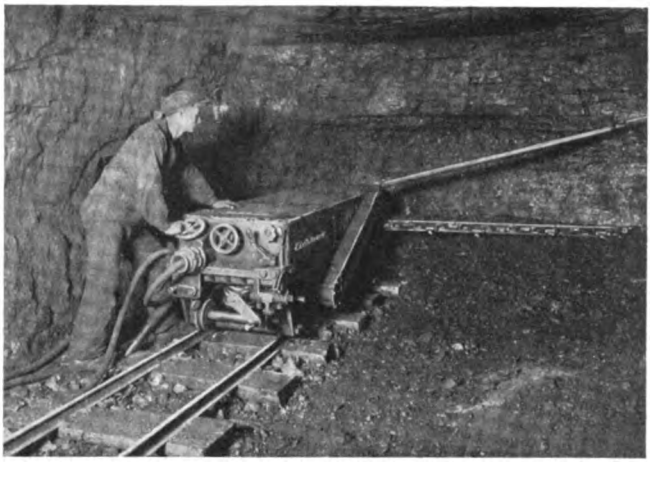


Abb. 5. Eickhoff-Streckenvortriebsmaschine vor Ort. Ansetzen des Bogenschrams.

dienen sie dazu, Strecken und Schwebende aufzufahren. Die Streckenvortriebsmaschine der Maschinenfabrik Gebr. Eickhoff, Bochum, weist, was ihre elektrische Einrichtung anbetrifft, im wesentlichen die gleiche Ausrüstung auf wie die normalen Abbau-Großschrämmaschinen[1]. Der ganze Maschinenkörper ist aber auf ein stabiles Fahrwerk gesetzt, auf dem die Maschine durch eigene Kraft vor- und rückwärts fahren kann (Abb. 5). Die Geschwindigkeit beträgt 0,3 ··· 0,4 m/s. Durch eine ganz im Innern der Maschine liegende Schwenkvorrichtung kann der Kettenausleger maschinell geschwenkt werden, u. zw. in zwei langsamen Geschwindigkeitstufen, wenn in der Kohle ge-

[1] Laut Electr. Wld., N. Y., Bd. 97, S. 1219 (1931), besteht das Auslöseglied aus einem mit explosivem Pulver gefüllten Glasröhrchen, in das Elektroden eingesetzt sind.

[1] ETZ 1929, S. 649; Eickhoff-Mitt. 1931, H. 8.

Digitized by Google

schrämt wird, und mit einem Schnellgang beim Durchfahren von Weichen und Kurven bei Ortswechsel, um ein Anstoßen des Auslegers am Streckenausbau zu vermeiden. Die Kette ist vom Motor durch eine einfache Hebelstellung leicht abschaltbar. Alle für das Fahren und Arbeiten der Maschine notwendigen Bedienungshandgriffe sind in übersichtlicher Weise an der Windenstirnseite vereinigt. Von hier wird auch die Schnellschwenkvorrichtung für den Kettenausleger betätigt, so daß der Führer die Maschine von dieser Stelle aus jederzeit völlig in der Hand hat. Um die Maschine bei einfallender Strecke abzubremsen und vor Ort festzustellen, ist an den Fahrwerksrädern eine Backenbremse angebracht. Soll der Schram über die Streckensohle in größerer Höhe geführt werden, so kann die Maschine auch für Oberschrämen eingerichtet werden. Dann kann der Kettenausleger über die Maschine zurückgeschwenkt werden. Man erzielt dadurch den Vorteil, daß die ganze Maschine kürzer und das Durchfahren von kurvenreichen und langen Strecken erleichtert wird. In passenden Abständen sind in den Strecken die Wechselsteckdosen für das elektrische Schleppkabel angebracht, um einen störungsfreien und möglichst seltenen Kabelwechsel zu ermöglichen.

Die Arbeitsweise ist folgende: Die Maschine wird bis vor Ort gefahren und dann abgespreizt; hierauf wird geschrämt. Es wird ein einseitiger oder halber Bogenschram ausgeführt. Darauf wird die Maschine losgespreizt, schrämend zurückgezogen und dann nach dem anderen Ort gefahren. Als normale Arbeitszeiten hat man hierbei ermittelt: für das Vorziehen der Maschine bis an die Ortsbrust und Abspreizen 6 min, für das Bogenschrämen (130 °) 8 min und für das Lossprezen und Zurückziehen der Maschine 2 min, zusammen also 16 min Arbeitszeit für einen Abschlag. Auf einer Grube hat man mit großer Regelmäßigkeit in der Nachtschicht mit Hinzunahme eines Teiles der Morgenschicht 8 Schräme mit einer Maschine herstellen können. Vor dem Einsetzen der Vortriebsmaschine mußten 22 Schußlöcher gebohrt werden, wobei 5,5 kg Sprengstoff verbraucht wurden. Die Hauerleistung betrug hierbei 15 ··· 18 Wagen zu je 0,7 t. Nach dem Einsetzen der Maschine waren nur noch 8 Bohrlöcher und 2 kg Sprengstoff erforderlich. Die Hauerleistung stieg auf 22 ··· 24 Wagen.

Auf anderen oberschlesischen Gruben arbeiten Strekkenvortriebsmaschinen, die mit Hilfe von fünf nebeneinanderlaufenden Bohrstangen Schräme von 120 cm Länge, 7,5 cm Höhe und etwa 20 cm Breite herstellen. Dadurch, daß ein Schram mehrmals nebeneinander gesetzt wird, wird die ganze Streckenbreite abgeschrämt. Die Maschinen sind mit Drehstrom-Kurzschlußmotoren von 3 PS Dauerleistung mit 1450 U/min ausgerüstet. Die Bohrkronen sind mit Widiametall besetzt. Die reine Schrämzeit eines Abschlags dauert 40 min; die gleiche Zeit ist für den Einbau der Maschine erforderlich. In einer Schicht kann man zwei Orte abschrämen. Gegenüber dem früheren Handbetrieb sind die Betriebskosten um etwa 20 % niedriger gewesen. *Sgm.*

Landwirtschaft.

Loshack- und Aufladem aschine. — Im landwirtschaftlichen Förderwesen fehlt eine Maschine, die das beschwerliche Beladen von Dungwagen von Hand durch maschinelle Kraft ersetzt. Die in Abb. 6 dargestellte Maschine der Firma Hermann Rass, Bitburg (Rhld.), hat die menschliche Arbeitsweise zum Vorbild. Die Maschine besteht aus einem fahrbaren Gestell, dessen Räder schwenkbar angeordnet sind, damit sie sowohl vorwärts als auch rückwärts sowie nach rechts und links fahrbar ist. Zum Antrieb des Ganzen dient ein Elektromotor von 5 ··· 6 PS, der auf dem Gestell steht. An 2 Getriebeköpfen, die rechts und links an der Maschine angebracht sind, ist die Hacke, die mit Schneid- und Reißzinken versehen ist, beweglich befestigt. Die Getriebeköpfe übertragen auf die Zerkleinerungshacke eine vierfache Wirkungsweise: 1. Anheben, 2. Vorschieben, 3. Freigabe zum Einschlag und 4. Anziehen und Losreißen, wodurch die menschliche Arbeitsweise praktisch auf maschinellem Wege nachgeahmt wird. Durch die Schlag- und Zugwirkung der Getriebeköpfe haut sich die Hacke in den vorgelagerten Dunghaufen ein, schneidet und reißt denselben rechtwinklig los und befördert ihn zur Transporteinrichtung, die denselben von der Erde in entsprechende Höhe transportiert und über das bereitstehende Transportgerät abfallen läßt. Die Getriebeköpfe sind drehbar an der Maschine gelagert, und eine selbsttätige Einstellvorrichtung besorgt nach jedem Schlag und Zug der Hacke die entsprechende Einstellung derselben, wodurch ein gleichmäßiges Abtragen des vorgelagerten Dunghaufens ermöglicht wird. Sobald die Hacke den vorgelagerten Dunghaufen in einer Breite und Tiefe von 1 ··· 1,20 m in seiner ganzen Höhe, die 2 m hoch sein kann, bis zur Erde losgehackt hat, schaltet sich die Hacke selbsttätig aus, und die Transporteinrichtung kann je nach Wunsch weiterlaufen. Die Hacke

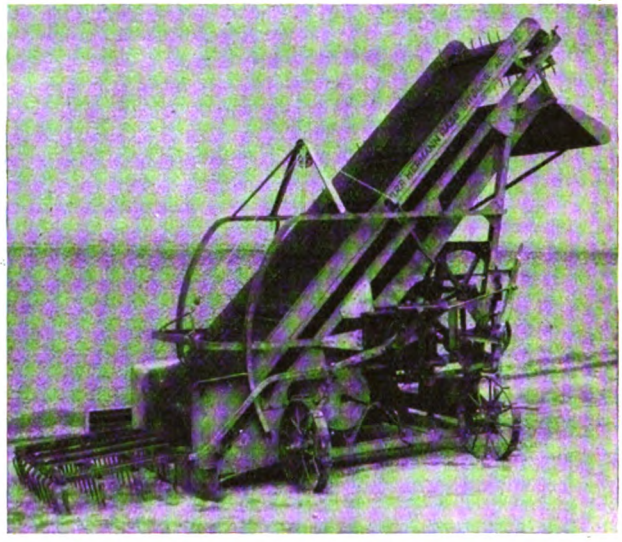


Abb. 6. Loshack- und Aufladem aschine.

wird mittels Schalthebel wieder in die benötigte oberste Stellung gebracht, die Maschine um Arbeitsbreite verschoben und der geschilderte Vorgang wiederholt sich. Die Maschine kann nicht nur bei Dung, sondern auch Kompost, Sand, Erde, Lehm, Torf usw. Verwendung finden. (Fördertechn. u. Frachtverkehr 1931, S. 248.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Grundzüge eines allgemeinen Fernleitungsplans für den Welt-Fernsprechverkehr. — H. F. M a y e r untersucht die technischen Anforderungen, die unabhängig vom Verkehrsumfang und den geographischen Verhältnissen an ein dem Weltfernverkehr dienendes Fernleitungsnetz zu stellen sind. Die allgemeinen Grundlagen für die Anlage der Landes-Fernsprechnetze und ihrer einzelnen Netzteile sowie die Eingliederung der Landesnetze in das Weltnetz werden ausführlich besprochen. Dem letzteren Teil der Betrachtungen ist als Anwendungsbeispiel eine Gesprächsverbindung zugrunde gelegt, die 22 680 km lang ist, also den halben Erdball umfaßt und sich aus den in Zahlentafel 1 angegebenen Teilstrecken zusammensetzt. Die elektrischen Eigenschaften einer so langen Sprechverbindung werden hauptsächlich durch die Übertragungszeit bestimmt. Sie darf, wenn eine stockungsfreie Unterhaltung zustande kommen soll, höchstens 250 ms betragen. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt in Leitungen, die nach dem System II des CCI pupinisiert sind, 14 000 km/s für die mittelstarke Belastung. In solchen Leitungen würde sich für die als Beispiel angenommene Verbindung eine Übertragungszeit von mehr als 600 ms ergeben. Es müssen also Leitungen mit höherer Übertragungsgeschwindigkeit eingeführt werden, etwa sehr leicht belastbare Vierdrahtleitungen mit 70 000 km/s und unbelastete Kabelleitungen mit 175 000 km/s Übertragungsgeschwindigkeit. Dann lassen sich die Übertragungszeiten etwa nach dem in Zahlentafel 1 (S. 19) dargestellten Beispiel auf die Teilstrecken verteilen.

Die Hauptglieder des Weltfernverkehrs, d. h. die Verbindungen zwischen den Weltfernämtern (WF_1—WF_2) werden durch Funklinien, lange Tiefsee-Fernsprechkabel oder lange Landkabel gebildet werden. Die unbelasteten Kabel werden einerseits eine hohe Dämpfung, aber anderseits ein sehr breites Frequenzband haben. Man wird sie daher voraussichtlich durch Mehrfachbetrieb mit Trägerströmen günstig ausnutzen und auf diesem Wege Verbindungen mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit auf wirtschaftliche Weise erhalten können. Diese und wichtige andere damit zusammenhängende Fragen der Übertragung (Erhaltung gleichmäßiger Übertragungsgenauigkeit, Begrenzung der Laufzeitunterschiede, Echosperren)

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Teilstrecke*	Länge km	Belastung	Stamm-induktivität mH	Grenzfrequenz Hz	Übertragungs-geschwindigkeit km/s	Übertragungs-zeit ms	Betriebsart
EF_1 — VF_1	140	mittel	140	3 500	14 000	10	Zweidraht oder Vierdraht
VF_1 — DF_1	700	leicht	30	7 250	35 000	20	Vierdraht
DF_1 — WF_1	3 500	sehr leicht	7	14 500	70 000	50	
WF_1 — WF_2	14 000	unbelastet	—	—	175 000	80	Trägerstrom
WF_2 — DF_2	3 500	sehr leicht	7	14 500	70 000	50	
DF_2 — VF_2	700	leicht	30	7 250	35 000	20	Vierdraht
VF_2 — EF_2	140	mittel	140	3 500	14 000	10	Zweidraht oder Vierdraht
					zus.	240	

* EF = Endfernamt DF = Durchgangs-Fernamt
VF = Verteiler-Fernamt WF = Weitfernamt.

stellen der Technik noch eine Reihe schwieriger Aufgaben. (H. F. Mayer, Europ. Fernsprechdienst 1932, H. 30, S. 238.) *Bkm.*

Die Abbildung beim Fernsehen. — Das am Fernsehempfänger erscheinende Bild wird mit dem am Sender abgetasteten Bild verglichen. Am Sender und Empfänger werden gleichartige Abtastorgane mit quadratischer Blendenöffnung von der Größe eines Bildelementes angenommen. Bezeichnet Φ den durch die Blende am Sender hindurchgehenden Lichtstrom und $2a$ die Blendenbreite, so ergibt sich die Beleuchtungstärke F am Empfänger nach der Formel

$$F = \frac{1}{(2a)^2} \int_{x-a}^{x+a} \Phi \, d\xi .$$

Hiernach ist die Abbildung eines mathematischen Punktes berechnet. Es zeigt sich, daß der Punkt in der Abtastrichtung als Fläche von der doppelten Breite eines Bildelementes wiedergegeben wird. Die Beleuchtungsstärke hat in dem abzubildenden Punkt ein Maximum und nimmt bis zur Entfernung $\pm 2a$ geradlinig bis auf Null ab. Das Bild senkrecht zur Zeilenrichtung ist wesentlich ungünstiger. Die Lage des Punktes wird nicht richtig wiedergegeben, nicht einmal sein Charakter wird erfaßt. Von einem kurzen, senkrecht zur Zeilenrichtung verlaufenden Strich würde man dasselbe Bild erhalten.

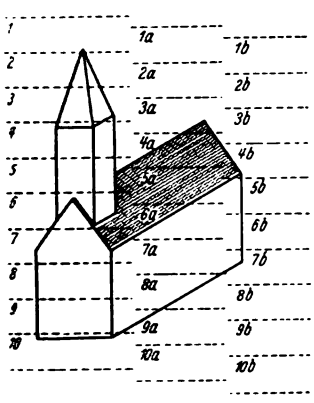


Abb. 7. Fernsehabtastung mit dreimaliger Zeilenverlagerung.

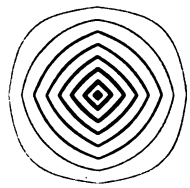


Abb. 8. Fernsehabbildung eines mathematischen Punktes bei stetiger Zeilenverlagerung.

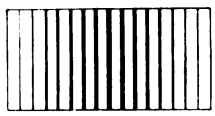


Abb. 9. Fernsehabbildung eines mathematischen Punktes ohne Zeilenverlagerung.

Diese Mängel der Abbildung beim Fernsehen werden behoben, wenn die Abbildung senkrecht zur Zeilenrichtung ebenfalls stetig erfolgt. Dies kann praktisch angenähert dadurch verwirklicht werden, daß die Lage aller Zeilen senkrecht zur Zeilenrichtung von Bild zu Bild am Sender und Empfänger in gleicher Weise verändert wird. Zur Veranschaulichung dieser Zeilenverlagerung dient Abb. 7. Im linken Drittel des Bildes ist die Lage der Zeilen 1 ··· 10 angedeutet. Normalerweise werden nach Ablauf eines Bildes immer wieder dieselben Zeilen 1 ··· 10 abgetastet. Werden jedoch die Zeilen nach jedem Bilde um ⅓ Zeilenbreite verschoben, so werden nach Ablauf des ersten Bildes die Zeilen 1 a ··· 10 a und dann die Zeilen 1 b ··· 10 d durchlaufen. Erst nach Ablauf von drei Bildern haben die Bildzeilen relativ zum Bilde dieselbe Lage (1 ··· 10).

Bei der Untersuchung des Verfahrens wurde angenommen, daß unendlich viel Zeilenlagen vorhanden sind, daß also eine stetige Verschiebung der Zeilen erfolgt. Unter diesen Voraussetzungen ist die Beleuchtungstärke F in irgendeinem Punkte (x, y) des Empfängers:

$$F = \frac{1}{(2a)^2} \int_{y-a}^{y+a} \int_{x-a}^{x+a} \Phi \, d\xi \, d\eta .$$

Wird in diesem Fall das Bild eines mathematischen Punktes untersucht, so ergibt sich:

$$F = \frac{\Phi_0}{(2a)^2} (2a - |x|)(2a - |y|).$$

Abb. 8 stellt die Linien gleicher Beleuchtungstärke in gleichem Abstand dar. Die Strichstärke ist proportional der Beleuchtungstärke gewählt. Abb. 9 zeigt dasselbe, aber bei einer Abbildung ohne Zeilenverlagerung. Das Bild wird also durch die Zeilenverschiebung wesentlich gebessert. Dieselbe Untersuchung wird für die Abbildung einer kurzen Strecke wiederholt. Es ergibt sich ein Bild, das deutlich in der Längsrichtung bevorzugt ist.

Hieran schließt sich die Untersuchung über die Abbildung einer unter 45 ° verlaufenden Geraden. Der Vergleich mit dem Bilde einer vertikalen Geraden zeigt weitgehende Übereinstimmung zwischen beiden. Wendet man dagegen keine Zeilenverschiebung an, so setzt sich die schräge unter 45 ° verlaufende Gerade aus einer Reihe von Rechtecken zusammen. Dies wird durch zwei Bilder veranschaulicht.

Die Untersuchungen über die erwähnten mathematischen Gebilde sind ohne weiteres auf die Abbildungen größerer zusammenhängender Flächen anwendbar. Da größere Flächen im Innern stets getreu wiedergegeben werden, so kommt es lediglich auf ihre Begrenzungslinien an. Bei unveränderlicher Zeilenlage werden schräge Begrenzungslinien in vertikale umgewandelt, die ihre Lage von Zeile zu Zeile sprunghaft ändern. Die Bilder bekommen hierdurch ein unnatürliches, kantiges Aussehen. Bei stetiger Änderung der Zeilenlage erfolgt jedoch die Abbildung in allen Richtungen in derselben Weise. Die Begrenzungslinien größerer Flächen konstanter Beleuchtungstärke behalten ihre Richtung bei. Die einzige Änderung gegenüber dem Original besteht darin, daß sich die Ränder stärker ausbreiten. Die Fernsehbilder erscheinen daher weicher als das Original. — Neben den Grenzfällen sehr kleiner und sehr großer Flächen wird am Schluß noch die Abbildung einer Fläche von der Größe des Bildelementes untersucht. Hieran schließt sich eine Betrachtung über die zweckmäßigste Blendengröße. (E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 229.) *Sb.*

Verschiedenes.

Elektrotechnische Neuerungen. — Die in der ersten Märzwoche 1933 im Hause der Elektrotechnik zu Leipzig stattfindende Frühjahrsausstellung wird wieder eine Fülle von Neuerungen der elektrotechnischen Industrie aufweisen. Wer über seine Neuerungen noch nichts veröffentlicht hat, tut gut, einen kleinen Originalbericht mit Abbildungen für das Frühjahrsmesseheft der ETZ bis spätestens 27. I. 1933 an die „Schriftleitung der ETZ", Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu senden. Nach dem 1. Februar 1933 können Einsendungen nicht mehr berücksichtigt werden.

Preisausschreiben der Lincoln Electric Co., Cleveland, O. — Wir berichteten s. Z. (ETZ 1931, S. 51) über ein Preisausschreiben dieses Unternehmens, welches in V. S. Amerika als Lieferer von elektrischem Bogenschweißgerät führend ist. Die ausgesetzten Preise (i. Sa. 70 000 RM) sind nun durch die Richter zuerkannt worden, u. zw. erhielten den ersten Preis (30 000 RM) die Marineingenieure Homer N. Wallin und Henry A. Schade, California, USA, mit ihrer Arbeit: „Konstruktion und Berechnung eines bogengeschweißten Hilfskreuzers". Der zweite Preis

Digitized by Google

(14 050 RM) wurde dem Major G. M. Barnes der Ingenieurabteilung Watertown (Mass. USA) zuerkannt für seine Schrift: „Umwälzung in der Geschützfertigung am Watertown-Arsenal durch die elektrische Bogenschweißung". Der dritte Preis (6000 RM) fiel H. H. Tracy, Konstrukteur der Süd California Edison Co., Los Angeles, zu für seine Arbeit: „Die Anwendung der elektrischen Bogenschweißung bei erdbebensicheren Stahlbauten". Den vierten Preis (3000 RM) gewannen die Deutschen Gustav F. D. Wahl und Harry E. Johns, Kiel, mit ihrer Arbeit über einen geschweißten, seetüchtigen Flußlastdampfer. Außerdem wurden noch 37 Preise verteilt. Die aus den Preisarbeiten errechneten Ersparnisse sollen sich zu etwa 4 Bill Reichsmark pro Jahr ergeben, wenn die bisherigen Fertigungsverfahren (Nieten, Schrauben, Gießen usw.) restlos durch die Bogenschweißung ersetzt würden.

Die Preisarbeiten werden demnächst in Buchform erscheinen. Die Schecks der drei ersten Preise wurden mittels bogengeschweißter Raupen und Stahlplatten hergestellt und nach Einlösung bei der Bank durch ein Schnellfeuergeschütz entwertet! *J. C. F.*

AUS LETZTER ZEIT.

Aus dem Siemens-Konzern. — In der am 19. XII. 1932 in Erlangen abgehaltenen ao. Generalversammlung der dem Siemens-Konzern angehörigen Reiniger, Gebbert & Schall AG. wurde beschlossen, das Aktienkapital der Gesellschaft auf 10 Mill RM zu erhöhen und sie mit der Phönix Röntgenröhrenfabriken AG. und der Siemens-Reiniger-Veifa Gesellschaft für medizinische Technik m. b. H. zur Siemens-Reiniger-Werke AG. zu vereinigen, mit den Fabriken in Erlangen und Rudolstadt und dem Sitz in Berlin, wo auch die Vertriebszentrale verbleibt. Gleichzeitig wird die bisherige Röntgenapparate-Fabrikation der Siemens & Halske AG., Berlin-Siemensstadt, nach Erlangen übertragen. Durch diese organisatorische Zusammenfassung in Fabrikation und Vertrieb auf dem Gebiet der Röntgen- und Elektromedizin wird eine bessere Wirtschaftlichkeit angestrebt.

Die für das Arbeitsgebiet der neuen Gesellschaft erforderlichen meßtechnischen und elektroakustischen Apparate, wie Elektrokardiographen und Schwerhörigenapparate, werden nach wie vor im Wernerwerk der Siemens & Halske AG. hergestellt. Von ihr wird auch das Gebiet der Verwendung der Röntgentechnik zur Materialuntersuchung und für andere nichtmedizinische Zwecke gepflegt.

Neue Staubecken in der Eifel. — Bei Heimbach und Obermaubach sollen 2 Staubecken (1 Mill und 1,5 Mill m^3) errichtet werden, deren Kosten von 1,45 Mill RM die beteiligten Stadt- und Landkreise, der preußische Staat, die Braunkohlenindustrie AG., zugleich im Namen des RWE, die Ruhrtalsperren-Gesellschaft und der Industrie-Wasserverband Düren aufbringen werden. Die Arbeiten werden als Notstandsarbeiten von der Ruhrtalsperren-Gesellschaft durchgeführt.

Memel-Kraftwerk bei Petraschiuna. — Die amerikanische Elektrogruppe, die im Wettbewerb mit deutschen Elektrizitätsfirmen mit der lettischen Regierung bezüglich des Düna-Kraftwerks verhandelte, hat nunmehr der litauischen Regierung ein Angebot zur Errichtung eines Memel-Kraftwerks bei Petraschiuna unterbreitet. Die litauische Regierung hat den Bau des Kraftwerks grundsätzlich beschlossen. Auch deutsche und schweizerische Firmen sollen zur Angebotsabgabe aufgefordert werden.

Elektrisierung Armeniens. — Am 15. XI. 1932 wurde bei Kalageran das Wasserkraftwerk Dsorages nach einer vierjährigen Bauzeit in Betrieb genommen. Das Werk liegt in einer Schlucht, wo sich die Bergflüsse Dsoraget und Debedoget vereinigen; der Wasserverbrauch beträgt 16 m^3/s, die sich auf 3 Maschinensätze verteilende Gesamtleistung 22 500 kW. Der Stausee hat 200 000 m^3 Inhalt. Die große Bedeutung des Werkes geht daraus hervor, daß im Jahre 1932 alle armenischen Kraftwerke rd. 60 Mill kWh erzeugten, während Dsorages weitere 86 Mill kWh zu 1,4 Kop/kWh hergeben wird. Der Strom wird nicht nur für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke, sondern auch zum Betriebe der schwierigsten Strecke der transkaukasischen Bahn Leninakan—Tiflis verwendet werden.

Elektrisierung der schwedischen Eisenbahnlinien. — Die schwedische Eisenbahnverwaltung hat der Regierung die Pläne für die Elektrisierung der Eisenbahnlinien Stockholm—Ange und Oerebro—Krylbro vorgelegt. Die Arbeiten sollen auf einen Zeitraum bis 1936 verteilt werden.

Großrundfunksender München. — Das Reichspostministerium erteilte der C. Lorenz AG. den Auftrag, etwa 20 km von München entfernt bei Ismaning einen neuen Großsender zu errichten, der zunächst eine Ausgangsleistung von 75 kW haben soll. Dieser ist zugleich so eingerichtet, daß er in kurzer Zeit auf 150 kW Leistung verstärkt werden kann. Um die nötige Wellenkonstanz zu erreichen, ist der 7stufige Sender mit Quarzsteuerung versehen, und um zu vermeiden, daß durch die Kühlwasserzufuhr zu den Anoden die Gleichspannung über die Erde kurzgeschlossen wird, sind sehr lange Wasserwege vorgesehen; auf diese Weise erzielt man durch den Widerstand des Wassers eine genügende Isolation. Betriebspausen beim Umwechseln von Röhren umgeht man durch Einbau von Reserveröhren sowohl in die 6. als auch in die 7. Stufe; nach Betätigung eines Umschalters ist der Sender in wenigen Minuten wieder betriebsklar. Die Heizung des Maschinenraumes erfolgt durch Warmwasserbereiter, die mit Nachtstrom aufgeheizt werden.

RECHTSPFLEGE.

Ein wichtiges Urteil für die Elektrizitätswirtschaft. Elektrizitätswerke, die eine Monopolstellung innehaben, dürfen die Weiterbelieferung nicht von voller Bezahlung ihrer Forderungen aus früheren Lieferungen abhängig machen. (Urteil des Oberlandesgerichts Königsberg — 2. U. 446/31 — abgedruckt in der Jur. Wochenschrift 1932, S. 1257.)

Aus dem Urteil sind folgende Rechtssätze von Bedeutung: Der Anspruch auf Belieferung mit Strom stützte sich im vorliegenden Fall auf § 826 BGB., wonach derjenige, der in einer gegen die guten Sitten verstoßenden Weise einem anderen vorsätzlich Schaden zufügt, dem anderen zum Ersatz des Schadens verpflichtet ist. Für die Begründung des Anspruchs sei es unerheblich, ob man den Stromvertrag als ein Wiederkehrschuldverhältnis oder als einen einheitlichen Vertrag ansieht. Bei der Annahme eines Wiederkehrschuldverhältnisses sei das Vertragsverhältnis mit dem Gemeinschuldner mit der Eröffnung des Konkurses erloschen, das Verlangen des Konkursverwalters auf Eingehung eines neuen Vertrages müsse das Lieferwerk annehmen, sofern es eine Monopolstellung innehätte. Wolle es nur unter der Bedingung weiterliefern, daß die Rückstände als Masseschulden anerkannt würden, so handle es sittenwidrig, denn es wolle die Monopolstellung dazu ausnutzen, sich die bessere Stellung eines Massegläubigers zu verschaffen, während ihm nach dem Gesetz nur eine einfache Konkursforderung zustehe.

Ein sittenwidriges Verhalten liege aber auch dann vor, wenn der Stromlieferungsvertrag als einheitlicher Vertrag aufgefaßt werde.

Als einheitlicher Vertrag unterliege er den Bestimmungen des § 17 KO. Danach hätte der Antragsteller die Wahl, die Weitererfüllung des bisher mit dem Gemeinschuldner bestehenden Vertrages zu verlangen mit der Folge, daß die Zahlungsrückstände Masseschulden würden (§ 59 Ziff. 2 KO.), oder die Weitererfüllung abzulehnen mit der Wirkung, daß die Rückstände einfache Konkursforderungen wären. Der Antragsteller hätte letzteres gewählt, daran aber das Verlangen geknüpft, nunmehr einen neuen Vertrag abzuschließen und auf Grund des neuen Vertrages zu liefern. Dies hätte die Antragsgegnerin zurückgewiesen. Der in der Rechtsprechung und Literatur vielfach vertretenen Auffassung, daß die Weigerung nicht sittenwidrig sei, vielmehr umgekehrt der Konkursverwalter arglistig handle, weil er in Wahrheit das alte Schuldverhältnis fortsetzen und nur die Anerkennung der Rückstände als Masseschulden umgehen wolle, hätte sich der erkennende Senat nicht angeschlossen.

Es sei davon auszugehen, daß das Gesetz dem Konkursverwalter im § 17 KO. das Recht gäbe, die Weitererfüllung des mit dem Schuldner bestehenden Vertrages abzulehnen und sich durch einen neuen Vertrag mit einem Dritten den Strom zu verschaffen, den er als Konkursverwalter für die Abwicklung der Konkursverwaltungsgeschäfte brauche. Würde die Antragsgegnerin nicht die Monopolstellung einnehmen, so müßte sie sich gefallen lassen, daß ihre Forderung nur als einfache Konkursforderung berücksichtigt werde und der Konkursverwalter

Digitized by Google

von einem Dritten den Strom weiterbeziehe. Wenn das Lieferwerk aber als einzige Bezugsquelle in Frage käme, so bedeute das eine Ausnutzung der Monopolstellung, wenn es nur unter der Bedingung weiterliefern wolle, daß die Rückstände als Masseschulden anerkannt würden; dadurch würde das Recht des Konkursverwalters aus § 17, das ihm im Interesse aller Gläubiger gegeben sei, gegenstandslos und dem Lieferwerk zuungunsten der übrigen Gläubiger eine bevorzugte Stellung eingeräumt werden, die ihm nach dem Gesetz nicht zukäme. Das Lieferwerk bezwecke daher nur, auf Grund seiner Monopolstellung eine bessere Befriedigung im Konkurse zu erlangen; es wolle auf den Konkursverwalter, der auf das Werk angewiesen ist, einen Druck ausüben, eine nach dem Gesetz nur gemäß der Konkursquote zu erfüllende Forderung in vollem Umfange zu bezahlen. Solches Verhalten verstoße gegen die guten Sitten.

In dem Urteil, das vom Reichsgericht, Band 132, S. 274, aufgestellt worden ist, wird darauf hingewiesen, daß aus einer Monopolstellung eines Elektrizitätswerkes ein Kontrahierungszwang folge, daß das Werk die Monopolstellung nicht dazu benutzen dürfe, sich im Konkurse eine bevorzugte Stellung zu verschaffen, es habe die zur Fortsetzung des Betriebes erforderlichen Lieferungen weiter zu bewirken und dürfe dies nicht von der Bezahlung der Rückstände abhängig machen. Eine Weigerung sei eine zum Schadenersatz verpflichtende, sittenwidrige Handlung im Sinne des § 826 BGB.

Rechtsanwalt B. Blau, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins

am Freitag, dem 6. Januar 1933.

Der „Gesellschaftsabend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 6. Januar 1933 wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8—9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen); hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis der Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigt, beträgt 2,75 RM (einschl. 50 Pf zur Deckung allgemeiner Unkosten).

Gäste, die das Fest besuchen wollen (ab 9.30 abends), aber nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen, haben eine Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM (zur Deckung allgemeiner Unkosten) zu lösen.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind Bestellungen umgehend unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftsstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen werden.

Elektrotechnischer Verein
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Die heutigen Probleme der Astronomie".

1. 9. I. 1933:
2. 16. I. 1933:

   Dr. H. Kienle, ord. Professor an der Universität Göttingen:

   Der Aufbau des einzelnen Sternes.

   Die Zustandsgrößen des Sternes und ihre Bestimmung: Leuchtkraft, Temperatur, Masse, Durchmesser und mittlere Dichten der Sterne. Die Gesetze des Aufbaues eines Sternes: Das Innere des Sternes und seine Atmosphäre.
3. 23. I. 1933: Dr. W. Grotrian, a. o. Prof. an der Universtät Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):

   Die Sonne.

   Gesamtstrahlung, Solarkonstante, Temperatur, Photosphäre, Randverdunkelung, Granulation, Flecken, Fackeln; Fraunhofersches Spektrum, umkehrende Schicht, Ionisationstheorie, Verteilung der Elemente; Chromosphäre, Flashspektrum, Spektroheliogramme; Protuberanzen, Korona, Korpuscularstrahlen.
4. 30. I. 1933:

   Dr. E. F. Freundlich, Prof. am Astrophys. Observatorium, Leiter des Einstein-Instituts (Potsdam):
5. 6. II. 1933: Der Aufbau des Sternsystems:

   Die Art der den Weltraum erfüllenden Massen; ihre Verteilung im Raum. Die Messung der Abstände der Himmelskörper; die Geschwindigkeiten der Sterne in unserem näheren Sternsystem; ein Versuch der dynamischen Deutung der Strukturverhältnisse des Milchstraßensystems. Die Welt der Spiralnebel; der Aufbau der Welt als Ganzes.
6. 13. II. 1933: Dr. A. Kopff, o. ö. Prof. an der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin und Direktor des Astronomischen Recheninstituts:

   Die Bedeutung astrometrischer Methoden für die heutige Astronomie.

   Methoden der Bestimmung des Ortes und der Bewegung der Sterne. Empirische Festlegung des fundamentalen Bezugssystems der Astronomie. Sicherheit der Messungen. Die systematischen Fehler der Beobachtung und deren Einfluß auf die Ergebnisse der Untersuchungen über den Aufbau des Sternsystems.
7. 20. II. 1933: Dr. W. Grotrian, ao. Prof. an der Universität Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):

   Besondere Leuchtvorgänge im Weltraum.

   Die diffusen Nebel, die planetarischen Nebel, das Spektrum der Nebel, die Deutung der „Nebulium"-Linien, die Lichtanregung in den Nebeln, die Temperatur der Zentralsterne, die neuen Sterne, Lichtkurve, Bildung von Nebeln. Das interstellare Calcium, helle und dunkle Wolken. Kometen.
8. 27. II. 1933: Dr. P. ten Bruggencate, Privatdozent an der Universität Greifswald:

   Die Entwicklung der Sterne.

   Theoretischer Teil: Doppelsterne, Planetensystem; Bedeutung von Rotation und Gezeitenwirkung; Stabilität, Einfluß der Strahlung. — Empirischer Teil: Russel-Diagramme, Veränderliche Sterne, statistische Untersuchungen zum Alter der Sterne, Frage der Energiequellen.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½—8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule, Hauptgebäude, H 235, 1. Stock;
b) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Digitized by Google

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . . 10 „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 10. Januar 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule (Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 170/172).

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Physikers Wulf Hirschberg über das Thema: „Einiges über Patente auf einem stark gesättigten Fachgebiet (Selbstanschlußtelephonie)".

Inhaltsangabe:

Vgl. ETZ 1932, Heft 52, S. 1232/33.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarten oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte gegen 1,— RM an der Fachsitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Ab 1. I. 1933 wird der Elektrotechnische Verein für Gäste, die seine Vorträge und Veranstaltungen besuchen wollen, **Dauerkarten** ausgeben, und zwar

als Jahreskarte für das Kalenderjahr zum Preise von 8 RM,

als Halbjahreskarte für die Zeit vom 1. I. bis 30. VI. oder vom 1. VII. bis 31. XII. zum Preise von 4 RM.

Die Dauerkarten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Sie berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während eines Kalenderjahres veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw. Ferner ist beabsichtigt, die Inhaber der Karten von Fall zu Fall auch an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen teilnehmen zu lassen, z. B. ihnen den ermäßigten Bezug der Karten zu den Vortragsreihen und den Veröffentlichungen des E. V. einzuräumen.

Die Inhaber der Dauerkarten besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Einzelne Vorträge können künftig von Nichtmitgliedern nur gegen Lösung einer Eintrittskarte von 1 RM besucht werden.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, erhältlich.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.
Kommission für Installationsmaterial.

Der Entwurf 1 zu dem Normblatt

DIN VDE 9046 „Erdungsschellen für Installations- und Schaltanlagen"

war in ETZ 1932, Heft 31, Seite 757 veröffentlicht.

Auf Grund der zahlreich eingegangenen Einsprüche ist von der zuständigen Unterkommission beschlossen worden, den Entwurf zu dem in Rede stehenden Normblatt zurückzuziehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Bekanntmachung.

Am 1. Januar 1933 treten folgende Bestimmungen in Kraft, deren Sonderdrucke durch die Geschäftstelle des VDE erhältlich sind:

bisher VDE	neu* VDE	
		1. Vorschriften:
501	0626	„Vorschriften für 2-polige Gerätesteckdosen 10 A 250 V mit Schutzkontakt". (Erstmalig.)
496	0630	„Vorschriften für Geräteschalter". (Ersatz für „Vorschriften für Geräte-Einbauschalter für Spannungen bis 250 V" vom 1. Juli 1929.)
495	0720	„Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.W.G.". (Ersatz für „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen V.E.Hz." vom 1. Januar 1925 und „Vorschriften für elektrisch beheiztes Spielzeug" vom 1. Januar 1930.)
499	0730	„Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M." (Ersatz für „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M." vom 1. Januar 1930.)
500	0750	„Vorschriften für elektromedizinische Netzanschlußgeräte zur Galvanisation, Faradisation, Sinusstrombehandlung, Glühkaustik und Endoskopie V.E.Med." (Erstmalig.)
		2. Leitsätze:
506	0631	„Leitsätze für Temperaturbegrenzer und Temperaturregler" (Erstmalig.)
		3. Normen:
—	0175	„Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 ··· 100 V" (Ersatz für „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V" vom 1. Oktober 1920.)

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ.

Wir stellen den Beziehern der ETZ für das Jahr 1932 wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Die Preise betragen 2,20 RM für den Halbjahresband, einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf unser Postscheckkonto Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk beifügen „ETZ-Einbanddecken") oder durch schriftliche Bestellung. Im letzteren Falle erfolgt der Versand unter Nachnahme, zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
Schirp.

* Eine Veröffentlichung über die Neunummerierung der VDE-Bestimmungen erfolgt in nächster Zeit an dieser Stelle.

Digitized by Google

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens auf elektrotechnischen Erzeugnissen.

Die VDE-Prüfstelle hatte im August 1932 gegen den Inhaber der Firma Paul Weigand, Mainz a. Rh., Strafantrag wegen der unberechtigten Benutzung des Verbandszeichens auf D-Sicherungspatronen gestellt.

Laut Mitteilung des zuständigen Amtsgerichts ist Weigand wegen unlauteren Wettbewerbs am 8. November 1932 verurteilt worden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 10. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 301 der T. H.: Vortrag Dir. Wallem, „Die Elektrisierung Irlands und die Shannonanlage".

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 12. I. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 354 (Eing. Georgstraße): Vortrag Dipl.-Ing. Müller, „Schutzmaßnahmen in Niederspanungsanlagen".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg. 11. I. 1933, abds. 7½ h, Kruppsaal des Städt. Saalbaues zu Essen: a) Vortrag Obering. H. Gleichmann, „Verbess. der Wirtschaftlichkeit vorhandener Dampfkraftanlagen mit geringem Kostenaufwand"; b) Filmbericht Dipl.-Ing. C. Stoerk, „Sonderbeanspruchungen und Sonderwerkstoffe in der Hochspannungskeramik".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 10. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag F. Mathiessen, „Ergebnisse der neueren Blitzforschung".

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 9. I. 1933, abds. 8 h, I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Dipl.-Ing. Dr. Malkomesius, „Die Elektrisierung der landw. Siedlung".

Elektrotechn. Verein München. 11. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Dr. Schäfer, „Hilfsmittel und Schutzeinrichungen für den normalen und gestörten Betrieb von Stromversorgungsanlagen".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 10. I. 1933, abds. 8 h, „Saal der Technik", Alexanderstraße 18: Vortrg Dipl.-Ing. Mechaelis, „Elektrowärme in der Industrie".

Deutsche Gesellschaft für Elektro-Schweißung, Berlin. 12. I. 1933, abds. 7½ h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Straße 27: a) Vortrag Dr.-Ing. Bierett, „Die Schweißverbindung bei dynamischer Beanspruchung"; b) Vortrag Reg.-Baumstr. a. D. Fink, „Einiges aus der Physik der Lichtbogenschweißung"; c) Aussprache.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 13. I. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: Vortrag O. Dahl und J. Pfaffenberger, „Hysteresearme und stabile magnetische Werkstoffe (Isoperme).

LITERATUR.

Besprechungen.

Die elektrischen Maschinen. Bd. 1: Allgemeine Grundlagen. Von Dr.-Ing. M. Liwschitz. 2. erw. u. verb. Aufl. Mit 374 Abb. i. Text, XI u. 381 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1931. Preis geb. 18 RM.

Herr Dr. Liwschitz beabsichtigt, in drei Bänden den gesamten Elektromaschinenbau zu behandeln und von diesen Bänden sind bisher zwei veröffentlicht, der erste Band, welcher die Einführung in die Theorie und Praxis darstellt, und der zweite Band, welcher gemeinsam mit Herrn Glöckner verfaßt, die Konstruktion der elektrischen Maschinen behandelt. Der dritte Band ist gedacht für den erfahrenen Berechner elektrischer Maschinen.

Der vorliegende Band ist nun die zweite Auflage des ersten Bandes, dessen erste Auflage schon in der ETZ 1927, H. 50, ausführlich besprochen worden ist.

Gegenüber der ersten Auflage ist neu hinzugekommen ein Kapitel über die Kaskadenschaltung von Asynchronmaschinen mit Kommutatormaschinen, das mit Rücksicht auf die immer größere Bedeutung, die diesen Schaltungen innewohnt, sehr zu begrüßen ist. Auch über kompensierte Asynchronmotoren und über Stromverdrängungsläufermotoren sind neue Abschnitte eingeschaltet worden.

Die Behandlung des Parallellaufes von Synchronmaschinen, die in der ersten Auflage Anlaß zur Kritik gab, ist auch in der zweiten Auflage noch nicht so durchgebildet worden, daß der Studierende das für die Berechnung der Drehstrommaschinen Wesentliche erkennen kann. Es werden z. B. als aufgezwungene Taktzahlen die Werte $\frac{n}{60}$ und $\frac{2n}{60}$ genannt, während die bei Viertaktgasmaschinen wichtige Taktzahl $\frac{n}{120}$ nicht erwähnt ist.

Das Kapitel über den doppeltgespeisten Einphasenmotor (S. 287 u. 288) sollte bei einer dritten Auflage umgearbeitet werden. Der Verfasser erwähnt, daß dieser Motor an seine synchrone Drehzahl $(60 \cdot f)$ gebunden ist, während doch gerade der doppeltgespeiste Einphasenmotor entwickelt worden ist, um diese dem Repulsionsmotor zukommende Einschränkung aufzuheben[1].

Auch wäre es wünschenswert, schärfer zu unterscheiden zwischen dem normalen Doppelschlußmotor und dem ihm in der Schaltung ähnlichen Motor, bei dem aber die Regelung des Querflusses in der Hauptsache auf die Wendepole beschränkt ist.

Trotz solcher kleinen Anstände ist das Buch Anfängern und Studierenden zu empfehlen. Es ist sehr flüssig geschrieben, zeigt die Vertrautheit des Verfassers mit den praktischen Fragen und kann auch Maschineningenieuren empfohlen werden, die sich mit einzelnen Problemen der Elektrotechnik vertraut machen wollen. F. Punga.

Elektrische Strömungs- und elektrische Schwingungs-Energie als Rechtsbegriff. Von Dr. jur. F. List m. einer physikal. Einführung v. Prof. Dipl.-Ing. Dr. J. Baerwald, „Elektromagnetische Energie u. Materie". H. 1 von Technik und Recht, herausg. v. Dr. jur. F. List u. Dipl.-Ing. C. H. Henco. Mit VI u. 48 S. in 8°. Verlag J. Bensheimer, Mannheim 1931. Preis kart. 2,80 RM.

Unter vorstehendem Titel legt der Verfasser, der als Privatdozent an der T. H. in Darmstadt durch eine Reihe von Abhandlungen ähnlicher Art bekanntgeworden ist, eine interessante rechtswissenschaftliche Studie vor. Auf physikalischer Grundlage aufbauend, stellt er fest, daß zwischen elektrischer Strömungs- und Schwingungsenergie (d. h. leitungsgebundener und drahtlos übermittelter Elektrizität) für die Rechtsbetrachtung kein Unterschied besteht. Unter sorgfältiger Verarbeitung des elektrizitätsrechtlichen Sonderschrifttums, das von seinen Anfängen im Jahre 1885 bis zum Jahre 1930 in dankenswerter Vollständigkeit zusammengestellt wird, erörtert der Verfasser die verschiedenen Gesichtspunkte für eine Eingliederung der Elektrizität, dieses „juristischen Neulings", in unser Rechtsystem.

In dinglicher Hinsicht betrachtet er die elektrische Energie als ein neues Rechtsgut, das seinen Rechtsplatz zwischen den Begriffen „Sache" und „Handlung" hat, und an dem der Nutzungsberechtigte ein nießbrauchähnliches Recht erwirbt. Schuldrechtlich lehnt er es ab, den Stromlieferungsvertrag als „Kaufvertrag", ebenso aber auch, ihn als „Arbeitsvertrag vom Typus des Werkvertrages" zu betrachten, hält vielmehr die Elemente des Dienstvertrages für vorwiegend. Wenn List den Stromlieferungsvertrag darüber hinaus begrifflich in einen Arbeitsverschaffungsvertrag und einen eigentlichen Dienstvertrag aufspaltet, so mag das vielleicht überspitzt erscheinen. Auch gegen seine strafrechtliche These, daß der Rundfunk-Schwarzhörer sich des sogen. „Stromdiebstahls" schuldig mache, wird man Bedenken hegen können.

Der Wert derartiger Abhandlungen liegt ja aber überhaupt weniger im Ergebnis als in der wissenschaftlichen Verarbeitung und systematischen Behandlung des Stoffes. Und die gedankenreiche Art, wie hier ein technisch und rechtlich spröder Stoff gemeistert wird, bietet Theoretikern und Praktikern eine Fülle von Anregungen und muß als ein wertvoller Baustein für die Fortentwicklung des Elektrizitätsrechts betrachtet werden. Senger.

[1] Vgl. ETZ 1906, H. 11: F. Punga, „Ein neuer Einphasenkommutatormotor".

Digitized by Google

Turbokompressoren und Turbogebläse. Eine Einführung in Arbeitsweise, Bau und Berechnung. Von Dipl.-Ing. E. Schulz. Mit 96 Textabb., V u. 106 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis kart. 5,50 RM.

Das kleine Buch gibt in gedrängter Kürze einen Einblick in die Arbeitsweise der Kreiselverdichter, deren Antrieb bekanntlich meistens durch Elektromotoren erfolgt. Nach Wiedergabe einiger wärmetechnischer Grundlagen wird die Theorie der Verdichter behandelt, wobei die dargestellten Verfahren durch Zahlenbeispiele erläutert werden. Besondere Berücksichtigung finden die Betriebsverhältnisse, das Ansaugen, das sog. Pumpen, die Kühlung und die Regelung. Festigkeitsrechnungen sind weggelassen. Der Inhalt wird vervollständigt durch die bildliche Darstellung einiger bewährter Ausführungen mit ihren wichtigsten Einzelheiten. Das Buch richtet sich in erster Linie an Studierende, die darin das Wissenswerte über Kreiselverdichter finden werden. Es kann auch dem im Betrieb stehenden Ingenieur empfohlen werden.

P. Ostertag.

Handbuch der Ziehtechnik. Planung u. Ausführung, Werkstoffe, Werkzeuge u. Masch. Von Dr.-Ing. W. Sellin. Mit 371 Textabb., XII u. 360 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 32 RM.

Das Buch hält im vollen Umfange das, was sein Titel verspricht. Es ist ein wirkliches Handbuch der Ziehtechnik, in dem alles Wissenswerte auf diesem Gebiete nicht nur in technischer sondern teilweise auch in wirtschaftlicher Hinsicht zusammengefaßt ist, und das daher wohl imstande ist, eine fühlbare Lücke auszufüllen. Seine Gliederung ist in Anlehnung an die Arbeitsfolge bei den Zieharbeiten vorgenommen worden. Fast die Hälfte wird von Betrachtungen über die dem eigentlichen Ziehvorgang vorangehenden Vorarbeiten ausgefüllt. Die Ziehbleche, ihre Beanspruchung, die Auswahl des geeigneten Werkstoffes und ihre Prüfung nach allen Richtungen hin werden ausführlich behandelt, ebenso aber auch die Zuschnittsermittlung, die für einen wirtschaftlichen Betrieb von großer Bedeutung ist, da es nicht nur auf die Wahl der richtigen Größe, sondern auch der richtigen Form der Bleche ankommt. An der Hand zahlreicher Tafeln ist dargetan, wie man diese Ermittlungen auf rein mathematische Weise für einfache und schwierigere Mantelflächen vornehmen kann. Es wird aber auch erläutert, wie man sich diese Ermittlungen durch graphisches Rechnen und zeichnerisch-rechnerisch erleichtern kann. Das Buch läßt auf Schritt und Tritt erkennen, daß es von einem Fachmann auf Grund eingehender Studien sorgfältig zusammengestellt ist. Es wird allen, die auf diesem Gebiete arbeiten, gute Hilfe gewähren, so daß ihm nur die weiteste Verbreitung zu wünschen ist.

Witt.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Lenz, Beitrag zur Technik gittergesteuerter Gasentladungen. T. H. Berlin 1932.

Hellmuth Raymund, Beitrag zur Definition der „Maschinenkonstante" für Synchrongeneratoren mit ausgeprägten Polen. T. H. Berlin 1932.

P. Richert, Die betriebs-technischen Aufgaben der Unternehmer-Fachverbände. T. H. Berlin 1930.

Hans Hermann Atorf, Die zeitliche Desakkommodation kleiner symmetrischer und unsymmetrischer Hystereseschleifen. T.H. Stuttgart 1932.

Max Brenzinger, Innere Vorgänge in Ventil-Kondensator-Schaltungen. T. H. Darmstadt 1930.

Walter Bußmann, Untersuchungen an einer Gleichlauf-Anordnung für Gleichstrommotoren. T. H. Darmstadt 1931.

Wolfgang Holzer, Der elektrische Fischrechen. Ein Beitrag zur Wirtschaftlichkeit von Wasserkraft-Niederdruckwerken. T. H. Berlin 1932. (Erscheint gleichzeitig als Mitt. Nr. 12 aus dem Inst. f. Wasserbau d. T. H. Berlin.)

Bernhard Kalkner, Über die Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Verluste in Hartpapieren im Bereich von 16 bis 500 Hertz. T. H. Darmstadt 1930.

Josef Engel, Die Fahrwiderstände des Rollmaterials im Baubetrieb. T. H. Berlin 1931. (Erscheint gleichzeitig als H. 3 der Mitt. d. Forschungsinstituts f. Maschinenwesen beim Baubetrieb von Prof. Dr. G. Garbotz a. d. Techn. Hochschule Berlin, in Kommission bei der VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Herbert Knaust, Die Treibscheibenförderung mit Außenantrieb. T. H. Berlin 1931.

Ernst Lanzendörfer, Strömungsvorgänge und Bewegungsverhältnisse bei Druckventilen schnellaufender Kompressoren. T. H. Darmstadt 1931. (Erschien in gekürzter Fassung i. d. Z. VDI Bd. 76, S. 341, 1932.)

Karl Leist, Untersuchungen über den raschlaufenden Kompressor Bauart Stumpf. T. H. Berlin 1929. (Erschien 1931 in „Die Preßluft-Industrie", Verlag Carl Steinert, Weimar.)

Kurt Sohnemann, Feldstärkemessungen im Ultrakurzwellengebiete. T. H. Berlin 1932.

Wilhelm Schmitz, Wesen und Aufbau der selbsttätigen Weichenstellung in den Ablaufanlagen der Verschiebebahnhöfe. T. H. Berlin 1931. (Erschien gleichzeitig in der Verkehrstechn. Woche, H. 23/28, 1932.)

Wilhelm Wolff, Magnetische Messungen im Ostharz und in seiner weiteren Umgebung. T. H. Berlin 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Hohe Verluste beim Insull-Zusammenbruch. — Die beiden 1928 und 1929 gegründeten Spitzengesellschaften, bei denen die wichtigsten Aktienpakete des Insull-Konzerns untergebracht waren, die Insull Utility Investments Inc. und die Corporation Securities Co., sind nunmehr endgültig für bankrott erklärt worden. Bei der Corporation Securities Co., deren Vermögen sich früher auf über 588 Mill RM[1] belief, ist der gegenwärtige Wert der Aktiven so gering, daß er nicht einmal die Kosten der Bestandsaufnahme decken kann. Bei der Insull Utility Investments stehen den Aktiven in Höhe von 115,37 Mill RM Passiven in Höhe von 1066,72 Mill RM gegenüber, so daß sich eine Unterbilanz von rd. 949 Mill RM ergibt. Die Aktiven bestehen in der Hauptsache aus Aktienpaketen, die einen Nennwert von 999,14 Mill RM haben und deren Kurswert im Augenblick des Zusammenbruchs 127,68 Mill RM betrug. Als Kassenbestand wurden lediglich 40 828 RM festgestellt. Von den Passiven entfielen auf das Aktienkapital 444,99, auf langfristige Anleihen 329,57 und auf Bank- und sonstige kurzfristige Verbindlichkeiten 183,58 Mill RM. Von den Bankkrediten entfielen rd. 40 % auf die Illinois Bank and Trust Co. (Chikago), der übrige Teil auf weitere Chikagoer Banken sowie auf die Guaranty Trust Co., die Irving Trust Co., die Central Hanover Bank, die Commericial National Bank und die Bankers Trust Co. Inzwischen ist gegen die beiden bisher führenden Männer des Konzerns, den 73jährigen Samuel Insull und den 5 Jahre jüngeren Martin Insull Anklage wegen Betrugs und Unterschlagung erhoben worden, weswegen beide, der eine in Griechenland, der andere in Kanada, auf Betreiben der amerikanischen Gerichtsbehörden in Haft genommen worden sind. Die Auslieferungsverfahren schweben noch. Die Vorwürfe bestehen darin, daß erstens Martin Insull sich 1,03 Mill RM aus der Kasse der Middle West Utilities Co. angeeignet haben soll, ferner sollen beide Brüder bei der gleichen Gesellschaft weitere 0,28 Mill RM entnommen haben, drittens 0,44 Mill RM von der Mississippi Valley Utilities Investment Co. Ein weiterer Vorwurf besteht darin, daß nach einigen vorgefundenen Listen einer großen Anzahl von Verwaltungsmitgliedern und ferner politischen, finanziellen und sonstigen Freunden bei Emissionen von Aktien durch Gewährung besonders niedriger Kurse erhebliche Vorteile im Umfang von 331,38 Mill RM verschafft worden sind. Samuel Insull hat schon seit Monaten den Aufsichtsratsvorsitz bei 65 Gesellschaften seines Konzerns niederlegen und sich auch sonst ebenso wie sein Bruder von der Leitung der Unternehmungen zurückziehen müssen. Soweit auch bei anderen Gesellschaften des Insull-Konzerns, insbesondere bei der Middle West Utilities Co., Schwierigkeiten bestehen, können sie relativ günstig abgewickelt werden. Ein Antrag, über die Middle West, die bei weitem größte Dachgesellschaft der ganzen Gruppe, das Konkursverfahren zu eröffnen, wurde abgelehnt, da sich dies jetzt unter Geschäftsaufsicht stehende Unternehmen gut entwickelt habe und ein Konkursverfahren diesen Ablauf der Dinge nur stören würde. *A. Fr.*

[1] 1 RM = 0,2381 $

Abschluß des Heftes: 30. Dezember 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 200 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Notstrom-Dieselanlagen für selbsttätigen Betrieb.

Mitteilung der AEG.

Viele Betriebe, die ihren Kraftbedarf aus öffentlichen Stromversorgungsnetzen decken, sichern sich gegen Stromunterbrechungen durch Bereithalten besonderer Notstromquellen. Für größere Geschäftshäuser, Banken, Bahnhöfe, Krankenhäuser, Versammlungs- und Vergnügungstätten, chemische Fabriken, Personenseilbahnen usw. sind unabhängige Notstromquellen nicht entbehrlich trotz der Zuverlässigkeit, mit der die Stromlieferung neuzeitlicher Elektrizitätswerke erfolgt. Die große Sicherheit der normalen Stromversorgung aus einem Fremdnetz bringt es mit sich, daß die Notstromquelle im allgemeinen nur selten und jeweils nur für kurze Zeit in Anspruch genommen wird. Aus wirtschaftlichen Gründen ist deshalb zu fordern, daß die Anlagekosten und die Kosten für die stete Betriebsbereitschaft der Notstromquelle möglichst niedrig gehalten werden; aus betrieblichen Gründen ist von einer derartigen Anlage ferner zu verlangen, daß die Stromlieferung jeweils in kürzester Frist und unbedingt zuverlässig einsetzt, wenn eine Störung im Fremdnetz entsteht.

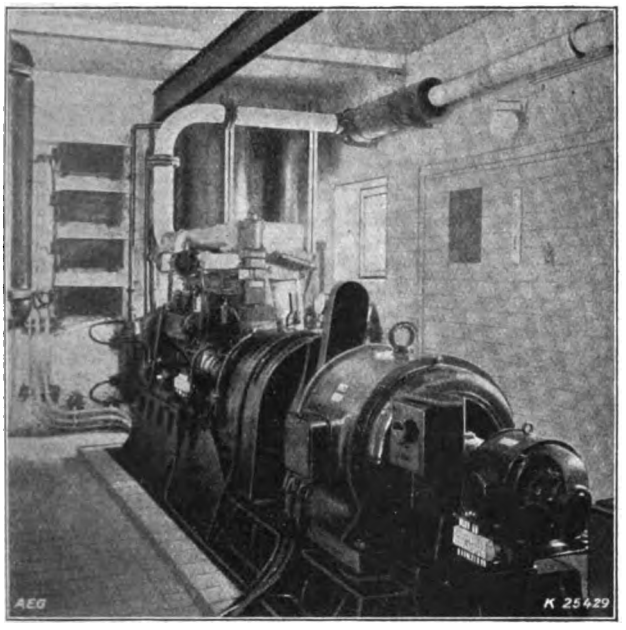
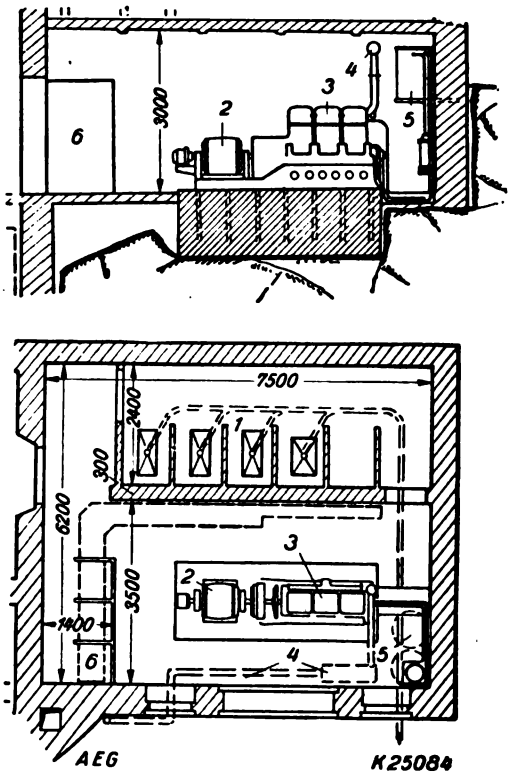


Abb. 1. Dieselgenerator im Schneefernerhaus der Bayerischen Zugspitzbahn.

Diese Gesichtspunkte führen zur Anwendung von Dieselsätzen für selbsttätigen Betrieb, wofür sich besonders Anlagen kleinerer und mittlerer Leistung bis etwa 150 kW eignen, bei denen die Generatoren unmittelbar mit schnellaufenden Dieselmotoren (Fahrzeugmotoren) gekuppelt sind.

Bei Ausbleiben der Spannung im Fremdnetz wird durch einen Spannungswächter der Anlauf des Dieselsatzes eingeleitet. In vielen Fällen ist es nun erforderlich, die Zuleitung vom Fremdnetz zu unterbrechen, um einen Parallelbetrieb zwischen Dieselsatz und diesem Netz auszuschließen und damit teure Parallelschalt- und Regeleinrichtungen zu sparen. In anderen Fällen kann auch ein kurzzeitiger Parallelbetrieb erwünscht sein, der jedoch besondere Einrichtungen notwendig macht. Der Dieselmotor wird sodann angelassen, und zwar ist die selbsttätige Schalteinrichtung dann besonders einfach, wenn man den Motor in ähnlicher Weise wie einen Kraftwagenmotor durch elektrische Anwurfmotoren, die aus einer Anlaßbatterie gespeist werden — Bosch-Anlasser —, in Gang setzen kann. Vor dem Anlassen des Motors wird die Brennstoffzufuhr aus einem Hochbehälter durch Öffnen eines elektrisch betätigten Brennstoffventils freigegeben; außerdem setzen mit dem Anlauf die Kühlwasserversorgung und die Schmierung des Dieselmotors, deren Pumpen mit der Motorwelle unmittelbar gekuppelt sind, ein. Während des Betriebes werden Kühlwasser- und Schmierölumlauf durch Temperaturwächter und Schwimmer dauernd überwacht und die Frischwasserzufuhr des Kühlwasserkreislaufes in Abhängigkeit von der Temperatur geregelt. Nach erfolgtem Anlauf wird der Generator auf das Verbrauchsnetz des betreffenden Betriebes geschaltet. Falls an dieses Netz Stromverbraucher angeschlossen sind, die keine Nullspannungsauslösung haben (z. B. Heizung und Beleuchtung), ist es zweckmäßig, den Generator mit verminderter Spannung zuzuschalten, um Belastungsstöße für den Dieselsatz im Augenblick des Einschaltens zu vermeiden. Am einfachsten wird eine geringere Generatorspannung vor dem Zuschalten durch einen Widerstand im Erregerkreis des Generators erreicht, der nach dem Zuschalten allmählich kurzgeschlossen wird. Die Reglung der Spannung im Betrieb erfolgt durch einen selbsttätigen Spannungsregler, am einfachsten durch einen Tirrillregler.

Ein gut durchgebildeter Störungschutz für den Dieselmotor und den Generator schützt den Maschinensatz während des Anlaufes und Betriebes gegen Störungen irgendwelcher Art. Nach Rückkehr der Fremdspannung wird zunächst der Dieselgenerator vom Verbrauchsnetz abgetrennt. Durch Absperren der Brennstoffzufuhr wird gleichzeitig die Notstromquelle außer Betrieb genommen.



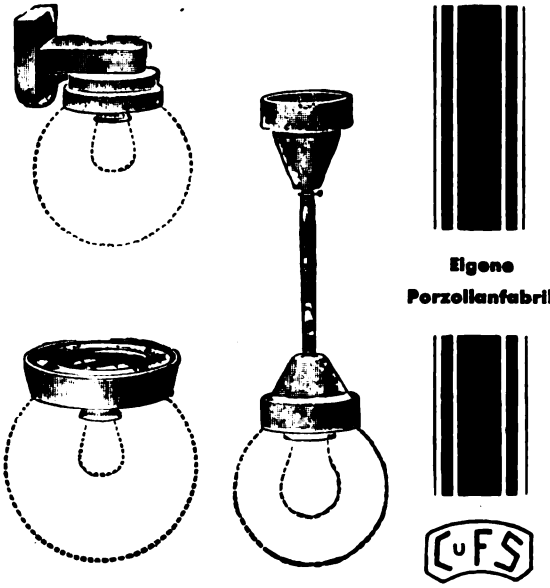
1 = Hochspannungsanlage mit Transformatoren,
2 = Drehstromgenerator,
3 = Dieselmotor,
4 = Auspuffleitung,
5 = Brennstoff-, Kühlwasser- und Schmieröl-Behälter,
6 = Schalttafel.

Abb. 2. Gesamtanordnung der Dieselanlage im Schneefernerhaus.

Abb. 1 zeigt den Dieselgenerator einer Anlage der beschriebenen Bauart, die von der AEG im Hotel Schneefernerhaus der Bayerische Zugspitzbahn A.-G. erstellt wurde (s. a. Abb. 2). Dieser Maschinensatz versorgt bei Störungen der normalen Stromversorgung die umfangreichen Licht- und Kraftanlagen des Hotels und die Antriebe der Personen-Schwebebahn Schneefernerhaus—Zugspitzgipfel mit Strom.

Digitized by Google

Porzellan-Leuchten



Eigene Porzellanfabrik

C. u. F. Schlothauer GmbH

Ruhla Thüringen

Elektrotechnische Installationsmaterialien

nur Qualität überzeugt!

HSH Werbedrucksachen

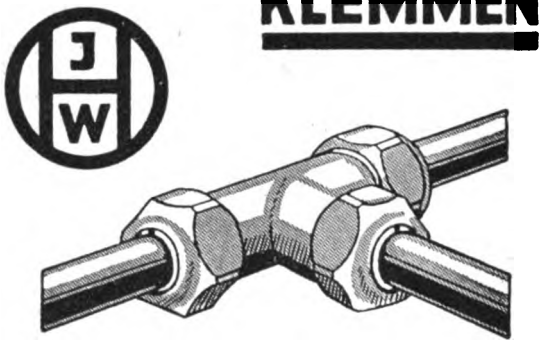
Buchdruck Offsetdruck Tiefdruck Wertpapierdruck Klischeeanstalt

werden nach diesem Grundsatz gestaltet. Auch Ihre Werbemittel müssen überzeugend wirken und in der Ausführung dem Qualitätsbegriff Ehre machen; sie sollen Erfolg bringen. Der Erfolg ist aber zweifelhaft, wenn durch billigen Einkauf die gebotene Leistung unzureichend ist. Sie sollten das heute doppelt bedenken. Lassen Sie sich vor jeder Auftragserteilung von uns Angebot machen. Wir drucken Werbesachen, Kataloge und Preislisten in neuen Formen mittels der gebräuchlichsten Verfahren.

H. S. HERMANN GMBH

Berlin SW19 Beuthstraße 8 A 6 Merkur 2445-49

KONZENTRISCHE KLEMMEN



JETZT BIS 30 m/m LEITUNGS Ø

SICHERE KLEMMWIRKUNG KEINE LOCKERUNG DER MUTTERN

J. WILHELM HOFMANN

KÖTZSCHENBRODA-DRESDEN

ZWIETUSCH-KONDENSATOREN

für Netzanschlußgeräte

1500 V

Hohe Prüfspannung
Kleine Bechermaße
Zusammensetzbare Einheiten

TELEPHON-APPARAT-FABRIK
E. ZWIETUSCH & CO GMBH
BERLIN-CHARLOTTENBURG, SALZUFER 6/7

ETZ-Einbanddecken

des VDE sind die billigste und zweckmäßigste Einbandart für das 1. und 2. Halbjahr 1932 (je RM 2.20). Bezug durch:

VDE / VERLAGSABTEILUNG
Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 12. Januar 1933** **Heft 2**

Die Funkindustrie in der Saison 1932/33.

Betrachtungen über Typenzahlen, Preise und Absatzmöglichkeiten.

Von Dipl.-Ing. **Hermann Menzl**, Berlin.

Übersicht. Es wird ein Überblick über die Anzahl der Typen und der Durchschnittspreise in jeder Empfängerklasse der diesjährigen Produktion der Funkindustrie gegeben. Der voraussichtliche Umsatz wird auf Grund der verschiedenen fördernden Momente geschätzt, ebenso seine Verteilung auf die einzelnen Geräteklassen bzw. auf je einen Typ in jeder Klasse.

Die diesjährige Funkausstellung ließ unschwer erkennen, daß die Funkindustrie bei der Entwicklung ihrer Geräte bestrebt war, vor allem die Forderungen der Konsumenten nach Verbilligung und technischer Vervollkommnung (Erhöhung der Trennschärfe, Steigerung der Empfindlichkeit, Fadingausgleich) der Geräte zu erfüllen. Daß diese zwei Forderungen einander widersprechen, braucht nicht betont zu werden, ebensowenig wie die Tatsache, daß es nicht möglich ist, ein Gerät zu schaffen, das nach dem heutigen Stande technisch vollkommen ist und dabei nur soviel kostet, daß es sich jeder Rundfunkhörer kaufen kann. Es blieb der Funkindustrie daher nichts anderes übrig, als Kompromißlösungen zu versuchen, die den zwei Forderungen stufenweise mehr oder weniger gerecht werden, d. h. mit anderen Worten, zu einer verhältnismäßig großen Anzahl von Empfängerklassen Zuflucht zu nehmen. Zugegeben sei, daß jede Empfängerklasse preiswert ist, sowohl die einfachste als auch die größte, wie dies aus Preisvergleichen mit den Erzeugnissen des Auslandes ersichtlich wird.

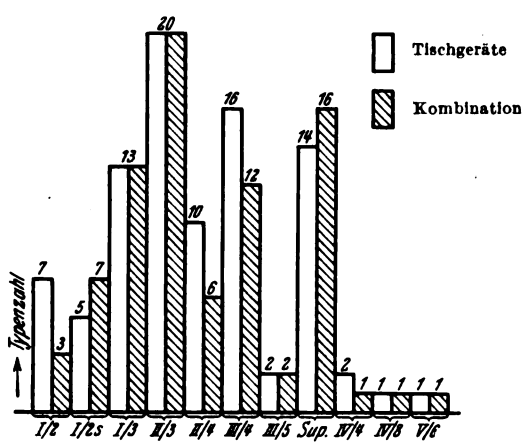


Abb. 1. Typenzahl je Empfängerklasse (römische Zahlen bedeuten Anzahl der Kreise, arabische, Anzahl der Röhren).

Abb. 1 läßt erkennen, wie viele verschiedene Typen in den einzelnen Empfängerklassen gegenwärtig von der Funkindustrie hergestellt werden. Dabei sind die Tischgeräte und die zugehörigen Kombinationen (Geräte mit eingebautem Lautsprecher) getrennt aufgeführt. Aus der Abb. 1 ist zu ersehen, daß sich die Ausführung von Kombinationen bei allen Empfängerklassen durchgesetzt hat, obwohl man in den früheren Jahren vom technischen Standpunkt aus gewisse Bedenken gegen den Zusammenbau der Empfangsapparatur mit dem zugehörigen Lautsprecher hatte (akustische Rückkopplung).

In Abb. 2 sind die Durchschnittspreise für jede Empfängerklasse, errechnet aus der Gesamtheit der Typen jeder Klasse, gebracht. Beim Vergleich dieser 2 Abbildungen fällt auf, daß die einfachste und daher auch billigste Geräteklasse, der Zweiröhrenempfänger mit Eingitterröhren, nur durch 7 Typen (die Kombination sogar nur mit 3) vertreten ist, obwohl man diese Empfängerklasse als den Volksempfänger bezeichnet. Gleichfalls schwach ist die nächsthöhere Geräteklasse, der Zweiröhrenempfänger mit Schirmgitterröhren, die nur 5 bzw. 7 Typen aufweist. Hingegen ist der in technischer Hinsicht kaum überlegene Dreiröhren-Einkreisempfänger in 13 Typen zu sehen. Es ist interessant, daß die Durchschnittspreise dieser zwei letztgenannten technisch gleichwertigen Geräteklassen auch nahezu gleich liegen. Die größere Zahl von Typen beim Dreiröhrengerät erklärt sich wohl daraus, daß sich dies Gerät aus alter Überlieferung einer besonderen Beliebtheit erfreut, da es Jahre hindurch das verbreitetste Gerät war und die Funkindustrie augenscheinlich nur allmählich zum Zweiröhrenempfänger mit Schirmgitterröhren übergeht.

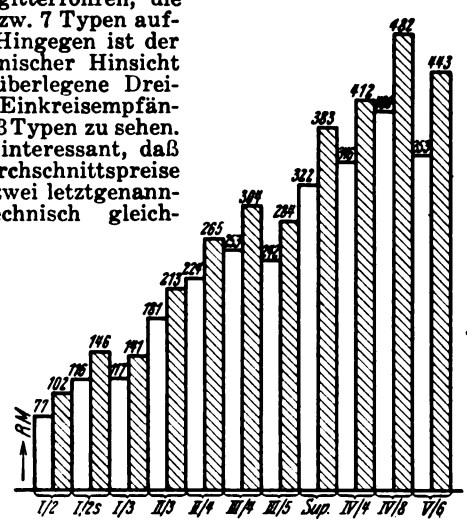


Abb. 2. Durchschnittspreise je Empfängerklasse.

Die weitaus größte Anzahl von Typen hat das Zweikreis-Dreiröhrengerät erzielt, nämlich je 20 für das Tischgerät und die Kombination. Diese Tatsache findet ihre Erklärung in der erhöhten Nachfrage, deren sich dieses Gerät dank seiner gegenüber den Einkreisgeräten größeren Trennschärfe und Empfindlichkeit erfreut. Der Durchschnittspreis dieser Geräteklasse fügt sich, wie aus Abb. 2 klar wird, durchaus in die Stetigkeit ein, mit der die Preise der einzelnen Empfängerklassen entsprechend ihrer steigenden Leistungsfähigkeit anwachsen. Die Klasse der Zweikreis-Vierröhrenempfänger (Abb. 1) hingegen weist 10 (bzw. 6) Typen auf, davon sind einige Konstruktionen bereits aus dem Vorjahre bekannt, in dieser Klasse zeichnet sich die Konstruktion einer bekannten Firma durch besonders niedrigen Preis und hohe Empfindlichkeit aus. Verhältnismäßig stark vertreten sind die Klassen der

Digitized by Google

Dreikreis-Vierröhrenempfänger und der Superhet, also die technisch vollkommensten Geräte mit dem drei- bis vierfachen Durchschnittspreis der einfachsten Geräteklasse. Die starke Bevorzugung dieser beiden Klassen mag wohl z. T. ihre Begründung darin finden, daß jede Firma bestrebt ist, einen technisch vollkommenen Repräsentationsempfänger zu liefern.. Dazu kann man auch noch die wenigen Spezialkonstruktionen wie Vierkreis-Vierröhrenempfänger, Vierkreis-Achtröhrenempfänger und Fünfkreis-Sechsröhrenempfänger rechnen.

Die Untersuchung von Absatzmöglichkeiten ist schon zu normalen Zeiten ein undankbares Problem, um so mehr natürlich bei dem heutigen labilen Zustand der Wirtschaft. Dessen ungeachtet dürfte es gerechtfertigt sein, auf Grund von Teilschätzungen, die verschiedentlich durch die Presse gegangen sind, sowie an Hand der Verkaufserfolge auf der Funkausstellung und schließlich auf Grund von Umfragen in Händler- und Konsumentenkreisen einen zusammenfassenden Überblick über die Absatzmöglichkeiten zu geben[1]. Bei der Unsicherheit des Exportgeschäftes versteht es sich von selbst, daß man sich dabei auf den Inlandsabsatz beschränken muß. Ausschlaggebend für diesen Inlandsabsatz ist der Zuwachs an Rundfunkhörern in Deutschland und die Zahl der Geräte, die erneuert werden müssen, da sie nicht mehr gebrauchsfähig sind.

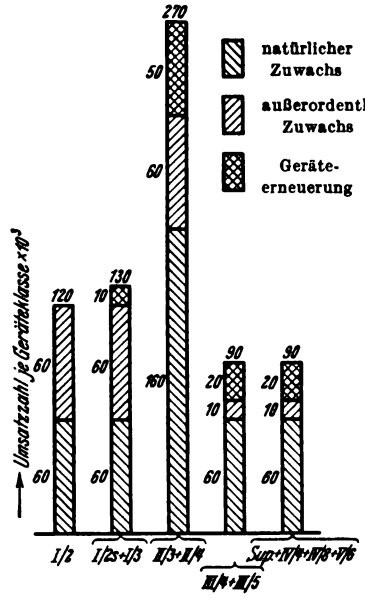


Abb. 3. Verteilung des geschätzten Umsatzes.

Über den Zuwachs an Rundfunkhörern in der Saison 1932/33 wurden verschiedene Schätzungen veröffentlicht, die ziemlich übereinstimmen.

Der natürliche Zuwachs der Rundfunkhörerzahl wird unter Berücksichtigung der Krisenzeit und der Erfahrungen der letzten Jahre mit 10 % eingesetzt, d. h. bei der gegenwärtigen Hörerzahl von über 4 Millionen mit 400 000. In diesem Jahre ist aber noch mit einem außerordentlichen Zuwachs an Rundfunkhörern zu rechnen, der auf die Verstärkung der Sendeleistung einzelner Sender zurückzuführen ist. Dieser Zuwachs wird mit 40 000 Hörern pro Sender angenommen, er ist durch die verbesserten Empfangsverhältnisse in den Bezirken der betreffenden Sender begründet. Man kommt unter Berücksichtigung des Ausbaues von 5 Sendern auf einen außerordentlichen Zuwachs von 200 000 Rundfunkhörern.

Der Prozentsatz der zu erneuernden Rundfunkgeräte wird in diesem Jahre aus begreiflichen Gründen nur mit 2 ··· 3 % angesetzt, so daß man für Geräteerneuerung nur mit einem Konsum von rd. 100 000 Empfängern rechnet. Auf Grund dieser Schätzungen ergibt sich ein voraussichtlicher Gesamtumsatz von 700 000 Geräten.

In der Abb. 3 ist zum Ausdruck gebracht, wie die Verteilung der durch die Zunahme der Hörerzahlen bedingten Teilumsätze bzw. des Gesamtumsatzes auf die einzelnen Geräteklassen eingeschätzt wird. Dabei wurden die Geräte in die 5 größten Klassen zusammengefaßt nämlich in: 1. Zweiröhrenempfänger mit Eingitterröhren, 2. Zweiröhrengeräte mit Schirmgitterröhren und Dreiröhren-Einkreisempfänger, 3. Zweikreisgeräte, 4. Dreikreisgeräte, 5. Superhets und andere große Geräte.

Die in Abb. 3 auf Grund der nachstehenden Überlegung errechneten Zahlen geben die mengenmäßigen Umsätze in Tausend an. Beim Entwurf der Abb. 3 wurde angenommen, daß sich der natürliche Zuwachs von 400 000 Rundfunkgeräten auf die vorstehend erwähnten 5 Geräteklassen prozentual wie folgt verteilt: 15 % auf Zweiröhrengeräte mit Eingitterröhren, 15 % auf Zweiröhrengeräte mit Schirmgitterröhren und Dreiröhren-Einkreisempfänger, 40 % auf Zweikreisgeräte, 15 % auf Dreikreisgeräte und weitere 15 % auf Superhets und Großgeräte.

Bei der außerordentlichen Zunahme von Rundfunkhörern dank der Verstärkung von Sendern dürfte sich die Verteilung auf die Geräte etwas anders gestalten. Es werden offensichtlich einfachere Geräte bevorzugt werden, da letzten Endes der Ausbau der Sender vor allem deshalb durchgeführt wurde, um im gesamten Bezirk des betreffenden Senders auch mit einfachen Geräten einen einwandfreien Empfang zu gewährleisten. Den Gerätezahlen in Abb. 3 liegen daher folgende prozentuale Schätzungen über die Verteilung des außerordentlichen Zuwachses an Rundfunkhörern auf die einzelnen Geräteklassen zugrunde: 30 % auf Zweiröhrengeräte mit Eingitterröhren, 30 % auf Zweiröhrengeräte mit Schirmgitterröhren und Dreiröhren-Einkreisempfänger, 30 % auf Zweikreisempfänger, 5 % auf Dreikreisempfänger und 5 % auf Superhets und andere Großgeräte.

Bei der Einschätzung des Absatzes, der auf Grund der Erneuerung von alten Apparaten zu erwarten ist, ist wieder ein anderer Verteilungsschlüssel am Platze, es ist dabei zu berücksichtigen, daß bei der Erneuerung eines Rundfunkapparates gewöhnlich der Wunsch nach der nächst größeren Empfängerklasse laut wird, so daß hier eine Bevorzugung der mittleren und höheren Geräteklassen zu erwarten sein dürfte. Demnach scheint folgende prozentuale Verteilung gerechtfertigt: 10 % auf Zweiröhrengeräte mit Schirmgitterröhren und Dreiröhren-Einkreisempfänger, 50 % auf Zweikreisgeräte, 20 % auf Dreikreisgeräte und 20 % auf Superhets und andere Großgeräte.

Aus der Abb. 3 ist vor allem zu ersehen, daß der geschätzte Absatz für die Zweikreis-Dreiröhrengeräte den Absatz der anderen Geräteklassen weitaus überragt, eine Erscheinung, mit der auch die Funkindustrie gerechnet hat, wie dies aus der großen Anzahl von Typen dieser Geräteklasse ersichtlich ist.

Um nun ein Bild zu gewinnen, welche Absatzzahlen auf jede Apparatetype in jeder Empfängerklasse, unter der Voraussetzung einer gleichmäßigen Verteilung des Absatzes unter den einzelnen Firmen, entfallen, muß man die Zahlen der Abb. 3 für jede Apparatklasse durch die Zahl (aus Abb. 1 entnommen, dabei Tischgerät und Kombination stets als 2 Typen gezählt) der Apparattypen der betreffenden Klasse teilen. Man kommt dann auf die Abb. 4 und kann daraus ersehen, daß sich schätzungsweise für das Zweiröhrengerät mit Eingitterröhren die höchste Zahl ergibt, nämlich 12 000. Am kleinsten ist naturgemäß die Zahl für die Superhets und Großgeräte. Es ist wohl selbstverständlich, daß sich der geschätzte Absatz nicht so gleichmäßig auf die einzelnen Firmen verteilen wird, so daß sich selbst unter der Voraussetzung, daß die Gesamtumsatzzahlen sich tatsächlich in der geschätzten Größenordnung bewegen werden, für die einzelnen Fabrikate in jeder Apparateklasse mehr oder weniger große Abweichungen einstellen werden.

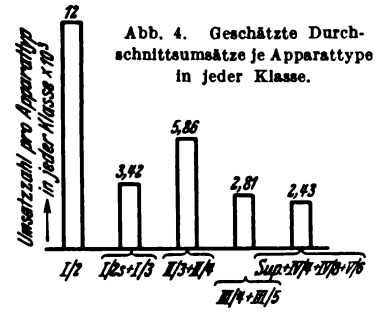


Abb. 4. Geschätzte Durchschnittsumsätze je Apparattype in jeder Klasse.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die vorsichtig geschätzten Umsatzzahlen sind immerhin so groß, daß sich die Funkindustrie bei vorsichtiger Disposition ohne Verluste noch im Verlaufe der Funksaison der tatsächlichen Nachfrage anpassen kann, falls es sich zeigen sollte, daß die von ihr besonders bei den größeren Geräten gegenüber den vorstehenden Ausführungen vielfach zu hoch vorausgesetzten Umsatzzahlen nicht erreicht werden.

[1] Elektro-Radio-Phono-Praxis 19. VIII. 1932, S. 14; Berliner Illustrierte Nachtausgabe, Wirtschaftsteil, 22. VI. 1932; Rundfunkgroßhändler, 5. IX. 1932, S. 191.

Digitized by Google

Das Verhältnis der Stromdichten bei Einheitstransformatoren.

Von Rudolf Richter, Karlsruhe.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß der günstigste Entwurf eines Transformators bei einem Verhältnis der Stromdichten in Ober- und Unterspannungswicklung von etwa 1 zu erwarten ist, die Einheitstransformatoren nach DIN VDE 2600 aber ein bedeutend größeres Verhältnis der Stromdichten haben müssen, wenn von der zugelassenen Toleranz kein Gebrauch gemacht wird. Eine Erhöhung des Sollwertes für die Wicklungsverluste bei C_3-Schaltung wäre notwendig, um die Toleranz beim Stromdichtenverhältnis 1 für Material- und Herstellungsfehler voll ausnutzen zu können.

Allgemein gültige Angaben über das günstigste Verhältnis der Stromdichten von Ober- und Unterspannungswicklung lassen sich nur unter gewissen einschränkenden Voraussetzungen ableiten. Diese Voraussetzungen müssen dem praktischen Bedürfnis möglichst gerecht werden. Die Frage ist in der Literatur schon oft behandelt worden; die Ergebnisse, soweit sie mir bekannt sind, weichen nicht wesentlich voneinander ab. Wir wollen hier, um einen Anhalt für das günstigste Verhältnis der Stromdichten zu gewinnen, von zwei verschiedenen Voraussetzungen ausgehen, wobei wir in jedem Falle den magnetischen Kreis als gegeben annehmen. Auf die Erwärmung der Wicklungen nehmen wir zunächst keine Rücksicht, setzen also eine solche Anordnung der Kühlkanäle voraus, daß Ober- und Unterspannungswicklung dieselbe Erwärmung annehmen. Auch der Einfluß des Verhältnisses der Stromdichten auf die Kosten der Wicklung, der in Wirklichkeit nicht vernachlässigt werden darf, soll zunächst außer acht bleiben.

Nehmen wir keine Rücksicht auf die Ausnutzung der Fensterfläche des Transformators, so läßt sich das Verhältnis der Stromdichten angeben, für das bei gegebenem Volumen des Wicklungsmetalls die Wicklungsverluste ein Minimum werden. Eine einfache Rechnung[1] ergibt bei der Scheibenwicklung, daß die Stromdichten (G) sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den spezifischen Widerständen (ϱ) verhalten müssen

$$\frac{G_o}{G_u} \quad \sqrt{\frac{\varrho_u}{\varrho_o}}. \tag{1}$$

Für die Zylinderwicklung gilt diese Gleichung nur angenähert, weil sie voraussetzt, daß das Verhältnis der mittleren Windungslängen von Ober- und Unterspannungswicklung sich nicht mit dem Verhältnis der Stromdichten ändert. In den spezifischen Widerständen ϱ_u und ϱ_o ist die Widerstandserhöhung durch Stromverdrängung zu berücksichtigen. Bei Verwendung desselben Wicklungsmetalls für Ober- und Unterspannungswicklung und Vernachlässigung der zusätzlichen Verluste durch Stromverdrängung sollte also die Stromdichte in der Oberspannungswicklung etwa gleich der in der Unterspannungswicklung bemessen werden.

Wollen wir dagegen die Fensterfläche des Transformators möglichst vollkommen ausnutzen, so müssen wir die Spulenhöhe b (radiale Abmessung bei Scheibenwicklung, axiale bei Zylinderwicklung) und die Summe a der Spulenbreiten (axiale bei Scheiben-, radiale bei Zylinderwicklung) als gegeben annehmen. Je nach der Aufteilung der gesamten Spulenbreite auf die Breiten a_u und a_o der einzelnen Spulen ergeben sich verschiedene Verhältnisse der Stromdichten. Zu jedem Verhältnis der Stromdichten gehören eindeutig bestimmte Wicklungsverluste und ein eindeutiges bestimmtes Volumen des Wicklungsmetalls. Es läßt sich zeigen, daß in diesem Falle die Frage nach dem Verhältnis der Stromdichten, bei dem das Volumen des Wicklungsmetalls ein Minimum wird, keinen praktischen Sinn hat[2]. Wir können das Verhältnis der Stromdichten nur so bestimmen, daß die Wicklungsverluste ein Minimum werden. Nehmen wir, um übersichtliche Beziehungen zu gewinnen, rechteckige Leiterquerschnitte an, so erhalten wir bei der Scheibenwicklung für das Verhältnis der Stromdichten, bei dem die Wicklungsverluste ein Minimum werden,

$$\frac{G_o}{G_u} = \sqrt{\frac{f_{bu}}{f_{bo}} \frac{\varrho_u}{\varrho_o}}, \tag{2a}$$

worin f_{bu} bzw. f_{bo} das Verhältnis zwischen gesamter Höhe des Wicklungsmetalls und gesamter Spulenhöhe ist. Da gewöhnlich $f_{bo} < f_{bu}$, wäre bei $\varrho_o \approx \varrho_u$ die Stromdichte der Oberspannungswicklung etwas höher zu bemessen als die der Unterspannungswicklung.

Für die Zylinderwicklung erhält man

$$\frac{G_o}{G_u} = \sqrt{\frac{f_{bu}}{f_{bo}} \frac{\varrho_u}{\varrho_o} \frac{d + i_u}{D - i_o}}, \tag{2b}$$

darin ist d der innere Durchmesser der Unterspannungswicklung, D der äußere der Oberspannungswicklung, i_u bzw. i_o die gesamte Stärke der unveränderlich angenommenen Isolierung der Unter- bzw. Oberspannungswicklung in Richtung der Spulenbreite. Die Einflüsse der Faktoren f_{to} und f_{bu} und der Durchmesser d und D heben sich bei den Einheitstransformatoren ungefähr auf, so daß bei $\varrho_o \approx \varrho_u$ auch $G_o \approx G_u$ anzunehmen wäre.

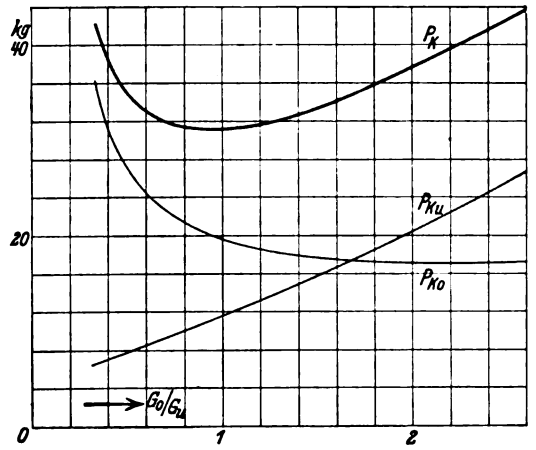


Abb. 1. Kupfergewichte P_{Ko} und P_{Ku} der Ober- und Unterspannungswicklung sowie ihre Summe P_K als Funktion des Verhältnisses G_o/G_u der Stromdichten bei A_3-Schaltung für den Einheitstransformator 5 kVA Leistung und 20 kV Oberspannung.

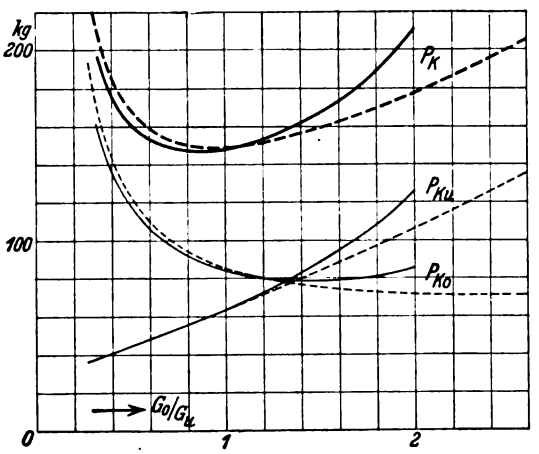


Abb. 2. Die der Abb. 1 entsprechenden Kurven für den Einheitstransformator 100 kVA Leistung und 20 kV Oberspannung. Die voll ausgezogenen Kurven berücksichtigen die zusätzlichen Verluste durch Stromverdrängung, die gestrichelten setzen konstantes Widerstandsverhältnis voraus, wie es bei $G_o/G_u = 1{,}08$ auftritt.

Nach diesen Betrachtungen liegt, gleichgültig von welcher der beiden Voraussetzungen man ausgeht, für die Zylinderwicklung kein Grund vor, die Stromdichte in der Oberspannungswicklung wesentlich höher als die in der Unterspannungswicklung zu wählen.

Eine Bestätigung unserer Überlegungen findet man auch beim Durchrechnen eines Transformators für konstante Verluste, wenn man das Verhältnis der Stromdichten ändert. Die Abb. 1 und 2 zeigen die Ergebnisse

[1] Vgl. z. B. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 3, Abschn. L 2. Verlag Julius Springer, Berlin.

[2] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 3, Abschn. L 2b, in dem auch die Ableitung der folgenden Gleichungen angegeben ist.

Digitized by Google

solcher Berechnung[3]. Die Kurven stellen die Kupfergewichte P_{Ko} und P_{Ku} sowie ihre Summe P_K als Funktion des Verhältnisses G_o/G_u der Stromdichten bei A_2-Schaltung dar. Beide Abbildungen gelten für Einheitstransformatoren mit 20 kV Oberspannung, Abb. 1 für den kleinsten (5 kVA), Abb. 2 für den größten Einheitstransformator (100 kVA). In jedem der beiden Fälle sind derselbe magnetische Kreis mit hochlegiertem Blech und dieselbe Wicklungshöhe und Isolierung vorausgesetzt. Bei dem kleinen Einheitstransformator sind die zusätzlichen Verluste durch Stromverdrängung wegen ihrer Kleinheit vernachlässigt. Die voll ausgezogenen Kurven in Abb. 2 berücksichtigen die zusätzlichen Verluste, wobei die Unterspannungswicklung in zwei Lagen angenommen ist, während die gestrichelten Kurven für konstante zusätzliche Verluste gelten, so wie sie sich bei einem Verhältnis der Stromdichten $G_o/G_u = 1{,}08$ ergeben. Das kleinste Kupfergewicht ergibt sich nach den voll ausgezogenen Kurven für beide Transformatoren bei einem Verhältnis der Stromdichten $G_o/G_u < 1$.

Auch mit Rücksicht auf die Kosten der Wicklung scheint es nicht ratsam zu sein, die Stromdichte der Oberspannungswicklung wesentlich höher als die der Unterspannungswicklung zu wählen. Der Preis für die Gewichtseinheit des isolierten Drahtes wächst bei dünnen Drähten, wie sie für die Oberspannungswicklung der Einheitstransformatoren in Frage kommen, sehr schnell mit abnehmendem Drahtdurchmesser[4], also mit zunehmender Stromdichte der Oberspannungswicklung, während er sich für die größeren (gewöhnlich rechteckigen) Leiterquerschnitte der Unterspannungswicklung nicht wesentlich mit dem Querschnitt ändert. Der höhere Preis für die Gewichtseinheit des Drahtes der Oberspannungswicklung wird bei wachsendem Verhältnis G_o/G_u allerdings dadurch ausgeglichen, daß mit wachsendem G_o/G_u auch das Gewicht der Oberspannungswicklung kleiner wird (vgl. Abb. 1 und 2). Das Minimum des Preises für den gesamten isolierten Wicklungsdraht von Ober- und Unterspannungswicklung verschiebt sich deshalb nur wenig gegenüber dem Minimum für das gesamte reine Kupfergewicht P_K (vgl. Abb. 1 u. 2). Seine genaue Lage über dem Verhältnis G_o/G_u hängt von der Art und Stärke der Isolierung der Drähte und dem Grundpreis des Kupfers ab. Beachtet man noch, daß starke Leiter der Unterspannungswicklung, besonders bei größerer Leistung des Transformators, etwas mehr Arbeitslohn verlangen als schwächere, so sollte auch mit Rücksicht auf die gesamten Kosten der Wicklung das Verhältnis G_o/G_u nicht wesentlich größer als 1 sein.

Schließlich wird auch die Berücksichtigung der Erwärmung der beiden Wicklungen an unserm Ergebnis über die Wahl des Verhältnisses der Stromdichten nicht viel ändern, da bei genügend breiten Kühlkanälen zwischen Kern- und Unterspannungswicklung einerseits und Unter- und Oberspannungswicklung anderseits die Wärmeabführung aus der Oberspannungswicklung eher ungünstiger als aus der Unterspannungswicklung ist.

Wir wollen nun mit dem Ergebnis unserer Überlegungen das Verhältnis der Stromdichten vergleichen, wie es sich bei den Einheitstransformatoren DIN VDE 2600 ergibt, wenn wir von der zulässigen Toleranz für die Wicklungsverluste keinen Gebrauch machen. Bezeichnen wir mit U die mittlere Windungslänge, mit q den Leiterquerschnitt und mit w die Windungszahl, so sind die Verluste der Oberspannungswicklung

$$Q_o = U_o\, w_o\, q_o\, \varrho_o\, G_o^2 \tag{3a}$$

und die der Unterspannungswicklung in A_2-Schaltung

$$Q_u = U_u\, w_u\, q_u\, \varrho_u\, G_u^2 = U_u\, w_o\, q_o\, \varrho_u\, G_u\, G_o, \tag{3b}$$

wenn G_u die Stromdichte in der Unterspannungswicklung bei A_2-Schaltung bedeutet. In C_3-Schaltung sind die Wicklungsverluste der Unterspannungswicklung $\frac{4}{3}\, Q_u$. Mit der Abkürzung

$$\alpha = \frac{U_u}{U_o}\,\frac{G_u}{G_o}\,\frac{\varrho_u}{\varrho_o} = \frac{Q_u}{Q_o} \tag{4a}$$

bei A_2-Schaltung erhält man dann für das Verhältnis der Wicklungsverluste bei C_3-Schaltung zu denen bei A_2-Schaltung

$$\beta = \frac{Q_o + \frac{4}{3}\, Q_u}{Q_o + Q_u} = \frac{1 + 1{,}3333\,\alpha}{1 + \alpha} \tag{4b}$$

und daraus

$$\alpha = \frac{U_u}{U_o}\,\frac{G_u}{G_o}\,\frac{\varrho_u}{\varrho_o} = \frac{\beta - 1}{1{,}3333 - \beta} \tag{5a}$$

oder

$$\frac{G_o}{G_u} = \frac{1{,}3333 - \beta}{\beta - 1}\,\frac{U_u}{U_o}\,\frac{\varrho_u}{\varrho_o}. \tag{5b}$$

Die letzte Gleichung gestattet uns, das Verhältnis der Stromdichten bei A_2-Schaltung für die Einheitstransformatoren zu berechnen, wenn wir die Verhältnisse $\frac{U_u}{U_o}$ und $\frac{\varrho_u}{\varrho_o}$ abschätzen. So ist z. B. für den Einheitstransformator für 50 kVA Leistung nach DIN VDE 2600

$$\beta = \frac{2{,}7}{2{,}5} = 1{,}0800, \tag{6a}$$

und damit

$$\frac{G_o}{G_u} = \frac{0{,}2533}{0{,}0800}\,\frac{U_u}{U_o}\,\frac{\varrho_u}{\varrho_o} = 3{,}167 \cdot \frac{U_u}{U_o}\,\frac{\varrho_u}{\varrho_o}. \tag{6b}$$

Es ist nun $\frac{U_o}{U_u} \approx 1{,}3$, $\frac{\varrho_o}{\varrho_u} \approx 1$, und damit erhalten wir für das Verhältnis der Stromdichten bei A_2-Schaltung

$$\frac{G_o}{G_u} = \frac{3{,}167}{1{,}3} = 2{,}44 \tag{7a}$$

und bei C_3-Schaltung

$$\frac{G_o}{G_u} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2{,}44 = 2{,}12. \tag{7b}$$

Die Stromdichte in der Oberspannungswicklung ist also, wenn von der zulässigen Toleranz der vorgeschriebenen Wicklungsverluste kein Gebrauch gemacht wird, nicht ungefähr gleich, sondern 2,44- bzw. 2,12mal so groß wie die der Unterspannungswicklung. Bei A_2-Schaltung würde also in der Volumeneinheit des Wicklungsmetalls der Oberspannungswicklung die 6fache Stromwärme entwickelt werden wie in der der Unterspannungswicklung. Auch die übrigen Einheitstransformatoren weisen ein sehr hohes Verhältnis der Stromdichten von Ober- und Unterspannungswicklung auf, wenn es auch nicht ganz so hoch liegt wie bei dem Einheitstransformator für 50 kVA.

Die Einheitstransformatoren entsprechen also nicht dem günstigsten Verhältnis der Stromdichten, das wir nach unserer Überlegung erwartet haben; die Bemerkung auf Seite 3 oben der Erläuterungen zum DIN-Blatt[5], nach der die Angaben für die Wicklungsverluste ein Optimum darstellen, scheint deshalb irreführend zu sein.

Die verhältnismäßig große zulässige Toleranz für die Wicklungsverluste ermöglicht es aber, die Transformatoren trotzdem so auszuführen, daß bei A_2-Schaltung das Verhältnis der Stromdichten von Ober- und Unterspannungswicklung etwa um ebenso viel größer wie bei C_3-Schaltung kleiner als 1 ist, d. h. für $\frac{G_o}{G_u} \approx 1{,}08$ bei A_2-Schaltung. Mit diesem Verhältnis der Stromdichten erhalten wir mit $\frac{U_o}{U_u}\,\frac{\varrho_o}{\varrho_u} = 1{,}3$ (Einheitstransformator für 50 kVA) nach Gl. (4 a u. b) $\beta = 1{,}139$. Eine Wicklung, die für A_2-Schaltung den genauen durch DIN VDE 2600 vorgeschriebenen Wert der relativen Wicklungsverluste von 2,5 % aufweist, hat dann in C_3-Schaltung 2,847 % Wicklungsverluste; das sind 5,44 % mehr, als das DIN-Blatt vorschreibt. Von der zulässigen Toleranz von 10 % stehen also für Material- und Herstellungsfehler nur noch 4,6 % zur Verfügung.

Nach meiner Anschauung über das günstigste Verhältnis der Stromdichten wäre es also erwünscht, den Sollwert für die Wicklungsverluste bei C_3-Schaltung in DIN VDE 2600 etwas zu erhöhen, um die dort zulässige Toleranz möglichst voll ausnutzen zu können.

[3] Die Kurven der Abb. 1 wurden von Herrn Dipl.-Ing. Reerink, die der Abb. 2 von Herrn Dipl.-Ing. L. Heß berechnet.

[4] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 3, Abschn. L 4b.

[5] Ausgabe 1923.

Digitized by Google

Der Einfluß der Wandlerfehler auf die Genauigkeit bei Leistungsmessungen.

Von Dipl.-Ing. **Hugo Vahl**, Berlin.

Übersicht. Es wird eine neue Korrekturformel zur Fehlerkorrektion bei indirekten Leistungsmessungen entwickelt; auf Grund dieser Formel werden die bei diesen indirekten Leistungsmessungen maximal möglichen Fehler ermittelt.

Beim Anschluß von Meßinstrumenten an Meßwandler entstehen durch die Wandlerfehler Fehler in den Anzeigen der Instrumente. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat für Wandler für verschiedene Genauigkeitsgrade, Klassen, Fehlergrenzen festgelegt, damit man im allgemeinen ohne Korrekturen auskommt. In gewissen Fällen, namentlich bei Abnahmeversuchen und Zählereichungen, wird man jedoch auf die Korrekturen zurückgreifen müssen. Entsprechende Korrekturformeln sind zwar schon bekannt geworden[1]. Wegen ihrer Umständlichkeit werden sie jedoch nicht gerne angewendet; außerdem geben sie keine Übersicht über die möglichen Fehler bei Verwendung von Meßwandlern bestimmter Klassengenauigkeit. In der vorliegenden Arbeit wird eine neue einfache Korrekturformel abgeleitet, und an Hand dieser Formel werden die maximal möglichen Fehler bei Verwendung von Wandlern bestimmter Klassengenauigkeit berechnet.

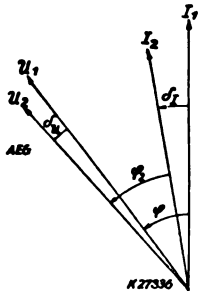


Abb. 1. Primäre und sekundäre Größen.

Vereinfachte Korrekturformel.

In Abb. 1 bedeuten I_1 und U_1 den primären Strom und die primäre Spannung[2]. Die sekundären Größen I_2 und U_2 eilen den primären um den Fehlwinkel δ_I bzw. δ_U vor. Dieser Fehlwinkel wird positiv gerechnet, wenn die sekundäre Größe der primären voreilt. Die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, φ für die primären Größen, φ_2 für die sekundären Größen, wird entsprechend der üblichen Bezeichnung positiv gerechnet, wenn die Spannung dem Strom voreilt, also bei induktiver Belastung. Man bezeichnet ferner mit

L_1 die primäre Leistung,

L_2 die sekundäre Leistung,

$f_U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100\,\%$ den Spannungsfehler,

$f_I = \frac{I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100\,\%$ den Stromfehler für das Übersetzungsverhältnis *1*.

Sind die Instrumente nicht entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Wandler geeicht, so sind die Angaben mit dem Produkt aus den Übersetzungsverhältnissen für Strom- und Spannungswandler zu multiplizieren. Dann ist:

$$L_1 = U_1 I_1 \cos\varphi$$

$$L_2 = U_2 I_2 \cos\varphi_2$$

$$L_2 = U_1 \left(\frac{f_U}{100} + 1\right) \cdot I_1 \left(\frac{f_I}{100} + 1\right) \cos(\varphi - [\delta_I - \delta_U]).$$

Man setzt unter Vernachlässigung der Größen 2. Ordnung

$$1 + \frac{f}{100} = 1 + \frac{f_U}{100} + \frac{f_I}{100} \approx \left(\frac{f_U}{100} + 1\right)\left(\frac{f_I}{100} + 1\right)$$

$$\delta = \delta_I - \delta_U$$

und erhält

$$L_2 = U_1 I_1 \left(1 + \frac{f}{100}\right) \cos(\varphi - \delta).$$

Bei anzeigenden Instrumenten ist es üblich, den Fehler nicht auf den Sollwert, sondern auf den Maximalwert zu beziehen. Demgemäß wird der durch die Wandler verursachte Fehler definiert:

$$F = \frac{L_2 - L_1}{L_{max}} \cdot 100$$

$$= \frac{U_1 I_1}{L_{max}} \left[\left(1 + \frac{f}{100}\right)(\cos\varphi \cos\delta + \sin\varphi \sin\delta) - \cos\varphi\right] \cdot 100.$$

Für die praktisch in Betracht kommenden Fehlwinkel kann man $\cos\delta \approx 1$ setzen. Ersetzt man noch $\sin\delta$ durch den Bogen und setzt δ in Minuten ein, so wird

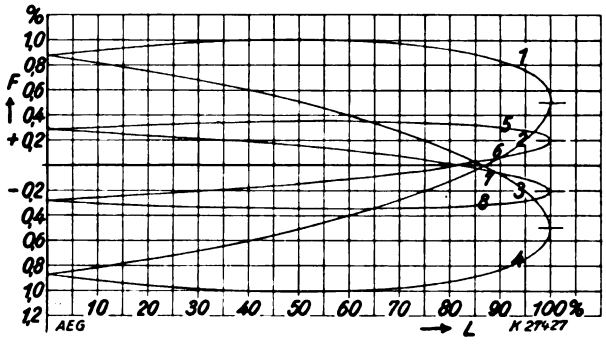
$$F = \frac{U_1 I_1}{L_{max}} \left[f \cos\varphi + \frac{\delta}{34{,}4} \sin\varphi \right] \text{in } \%. \qquad (1)$$

f und δ sind ebenso wie φ einschließlich ihres Vorzeichens einzusetzen. Nach der Definition für das Vorzeichen des Phasenverschiebungswinkels ist also $\cos\varphi$ stets positiv, $\sin\varphi$ bei induktiver Belastung positiv, bei kapazitiver Belastung negativ einzusetzen. Den Bezugspunkt L_{max} kann man beliebig annehmen. Man wird ihn zweckmäßig so wählen, daß sich der Fehler F in Gl. (1) in Skalenteilen des Leistungsmessers ergibt, um ihn ohne weitere Umrechnung mit den Instrumentenfehlern des Leistungsmessers, die ja auch in Skalenteilen angegeben werden, in die Rechnung einzusetzen. Bei Leistungsmessern mit 100teiliger Skala wird daher L_{max} gleich dem Vollausschlag des Leistungsmessers gewählt, bei Instrumenten mit 120- oder 150teiliger Skala jedoch gleich der Leistung, die dem Teilstrich 100 entspricht.

Maximal mögliche Fehler.

Wird der Vollausschlag L_{max} des Leistungsmessers bei U_1 und I_1 erreicht, die gleichzeitig Nennspannung und Nennstrom der Wandler sein mögen, und bleiben diese Werte gleichzeitig konstant, so vereinfacht sich Gl. (1) zu

$$F_1 = f \cos\varphi + \frac{\delta}{34{,}4} \sin\varphi \text{ in } \%. \qquad (2)$$



			Kurve 1	2	3	4	5	6	7	8
f	ind.	%	+0,5	+0,5	−0,5	−0,5	+0,2	+0,2	−0,2	−0,2
	kap.		+0,5	+0,5	−0,5	−0,5	+0,2	+0,2	−0,2	−0,2
δ	ind.	min	+ 30	− 30	+ 30	− 30	+ 10	− 10	+ 10	− 10
	kap.		− 30	+ 30	− 30	+ 30	− 10	+ 10	− 10	+ 10

Abb. 2. Maximal mögliche Fehler bei Stromwandlern entsprechend Klasse 0,5 und 0,2.

Entsprechend dieser Fehlergleichung sind in Abb. 2 der Fehler bei Verwendung von Stromwandlern der Klasse 0,5 mit einem Stromfehler von ± 0,5 % und einem Fehlwinkel von ± 30′ und der Fehler bei Verwendung von Stromwandlern der Klasse 0,2 aufgezeichnet. Hierbei ist allerdings der Fehler des Spannungswandlers vernachlässigt. Das Bild würde sich jedoch nicht wesentlich ändern, weil bei den Fehlwinkeln nur die Differenz einzusetzen ist und diese den durch die Spannungsfehler verursachten Fehler zum Teil kompensiert. Hält man nur die Spannung konstant gleich der Nennspannung des Spannungswandlers und verändert den Strom, so wird Gl. (1) zu

$$F_2 = \frac{I_1}{I_m} \left[f \cos\varphi + \frac{\delta}{34{,}4} \sin\varphi \right].$$

Mit

$$\frac{I_1}{I_m} f = f' \quad \text{und} \quad \frac{I_1}{I_m} \delta = \delta', \qquad (3)$$

dem reduzierten Stromfehler und Fehlwinkel, wird

$$F_2 = f' \cos\varphi + \frac{\delta}{34{,}4} \sin\varphi \text{ in } \%. \qquad (4)$$

[1] Goldstein, Die Meßwandler S. 116 u. 157. Verlag Julius Springer, Berlin 1928. Hauffe, Arch. Elektrotechn. Bd. 19, S. 10 (1927).

[2] Nach den Untersuchungen von Hauffe ergeben sich bei Drehstrom in der Aronschaltung bei symmetrischer Belastung und gleichen Wandlerfehlern dieselben Korrekturen wie bei einphasigen Messungen.

Digitized by Google

Dieser Fehlergleichung wird man sich vorzugsweise dann bedienen, wenn man, wie beispielsweise bei Zählereichstationen, nur mit Stromwandlern und bei konstanter Spannung arbeitet. Die reduzierten Fehler braucht man nur ein einziges Mal zu bestimmen, bzw. die Wandlerfabriken können die Eichkurven gleich mit diesen reduzierten Fehlern aufzeichnen. Diese Fehlergleichung gestattet auch eine Phasenverschiebung von 90 ° genau einzustellen.

Nun läßt sich leicht nachweisen, daß in normalen Fällen die reduzierten Fehler unter Vernachlässigung des Vorzeichens stets kleiner sind als die Fehler bei Nennstrom, $|f'| < |f|$ und $|\delta'| < |\delta|$. Dann wird aber $|F_2| < |F_1|$. Die Fehler bei einem Strom kleiner als Nennstrom sind stets kleiner als die Fehler bei Nennstrom für alle Phasenverschiebungen. Die Fehlerkurve nach Gl. (2) gibt also die maximal möglichen Fehler für jede beliebige Belastung an. Abb. 2 gibt daher auch die maximal möglichen Fehler für sämtliche Belastungsfälle an, wenn man mit Stromwandlern mit einer Genauigkeit der Klasse 0,5 bzw. 0,2 arbeitet.

Fehler bei ausgeführten Wandlern.

Es ist nun von Interesse, die maximal möglichen Fehler bei einem ausgeführten Stromwandler zu untersuchen. Als Beispiel sei die Messung an einem Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandler der AEG gewählt, dessen Eichkurve in Abb. 3 dargestellt ist. Dieser Wandler erfüllt für Bürden bis 0,6 Ω entsprechend 15 VA Leistung die Bedingungen der Klasse 0,5. Die tatsächlichen Fehler sind durch die Kurven f bzw. δ dargestellt und die reduzierten Fehler nach Gl. (3) durch f' bzw. δ'. Man sieht, daß die reduzierten Fehler im ganzen Arbeitsbereich des Stromwandlers kleiner sind als Stromfehler und Fehlwinkel bei Nennstrom von 5 A. Für diesen Wandler sind in Abb. 4 die maximal möglichen Fehler nach Gl. (2) dargestellt. Außerdem sind noch die Fehler bei Änderung des Stromes und der Phasenverschiebung eingezeichnet. Die Fehler für diese Belastungsfälle sind tatsächlich immer kleiner als die Fehler bei Nennstrom und verschiedenen Phasenverschiebungen.

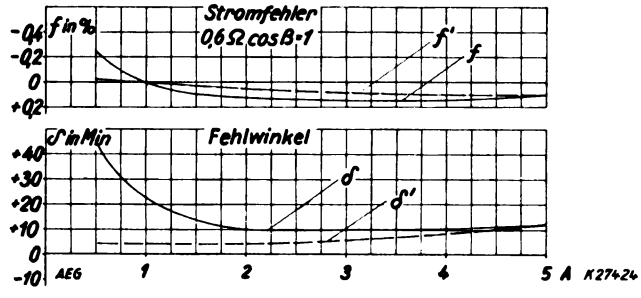


Abb. 3. Eichkurve eines Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandlers Form DS.

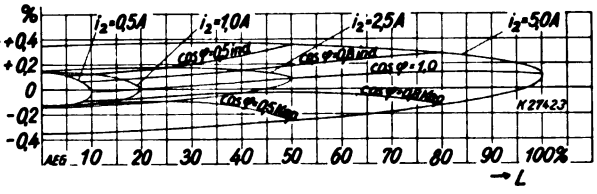


Abb. 4. Fehler der Leistungsmessung bei Stromwandlern Form DS.

Schließlich mögen noch die Fehler bei Verwendung eines Stromwandlers mit einer Genauigkeit Klasse 3 untersucht werden, also eines Wandlers, der laut Verbandsvorschriften für den Anschluß von Leistungsmessern nicht mehr vorgesehen ist. Die Untersuchung wurde an einem Stabwandler der AEG mit dem Übersetzungsverhältnis 50/5 A und einer Isolation entsprechend Reihe 20 vorgenommen. Abb. 5 zeigt den Stromfehler und den Fehlwinkel sowie die reduzierten Fehler für eine Bürde von 0,3 Ω entsprechend 7,5 VA Leistung. Mit diesen Kurven sind die maximal möglichen Fehler bei Leistungsmessungen in Abb. 6 dargestellt, u. zw. für induktive und kapazitive Belastung. Außerdem ist noch die Fehlerkurve für induktionsfreie Netzlast eingezeichnet. Für bescheidene Ansprüche dürfte die Genauigkeit genügen. Sieht man indessen von dem Gebiet der kapazitiven Last ab, die ja praktisch kaum vorkommt, so liegen die Fehler innerhalb des schraffierten Gebietes. Die größten Fehler treten bei Nennstrom und $\cos\varphi = 0$ auf. Dieser Belastungsfall dürfte in der Praxis jedoch äußerst selten auftreten. Man kann nun die Anzeigegenauigkeit noch weiter treiben, indem man die Eichkurve des Leistungsmessers entsprechend der strichpunktierten Linie E legt. Die maximal möglichen Fehler nähern sich durch diese Maßnahme beträchtlich dem Wert von ± 1,5 %, der Fehlergrenze, die vom VDE für Schalttafel-Leistungsmesser zugelassen wird. Die bisherige Auffassung, daß an Stromwandler mit einer der Klasse 3 entsprechenden Genauigkeit Leistungsmesser nicht angeschlossen werden dürfen, ist daher nach den vorliegenden Ergebnissen als übertrieben anzusehen.

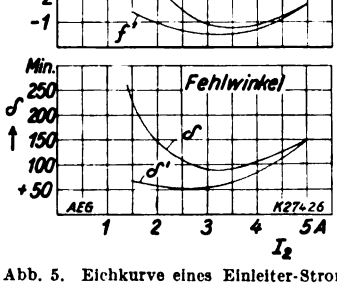


Abb. 5. Eichkurve eines Einleiter-Stromwandlers 50/5 A, Leistung 7,5 VA, Klasse 3: Prüfspannung 64 kV; 50 Hz.

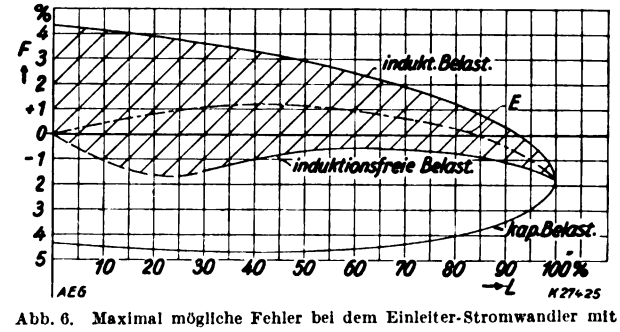


Abb. 6. Maximal mögliche Fehler bei dem Einleiter-Stromwandler mit Eichkurve nach Nr. 1315.

Über Verlustleistungslinien.

Von G. Hauffe, Berlin.

Übersicht. Es wird ein allgemeiner Ansatz für die Verlustleistungslinien in beliebigen Diagrammen entwickelt und an einigen Beispielen erläutert.

Das Kreisdiagramm hat entsprechend seinem häufigen Auftreten in der Elektrotechnik einen sehr gründlichen Ausbau erfahren. Insbesondere sind Methoden entwickelt worden, um Wirkleistungen, Blindleistungen, Nutzleistungen und Verlustleistungen graphisch darzustellen als Abstände von den Achsen der komplexen Darstellungsebene oder von besonders angelegten Linien. In der vorliegenden Arbeit soll die Verlustleistung einer eingehenderen Untersuchung unterzogen werden. Das Diagramm des Stromes irgendeines Verbrauchers sei durch die Gleichung gegeben

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{f}(p). \qquad (1)$$

Hierbei ist konstante Klemmenspannung vorausgesetzt. p sei ein reeller Parameter, der eine veränderliche Größe (Schlupf, Belastung oder dgl.) mißt. Das Funktionszeichen $\mathfrak{f}$ werde deutsch geschrieben, um anzudeuten, daß $\mathfrak{J}$ eine im allgemeinen komplexe Funktion von p sein wird. Liegt in der Bahn des Stromes $\mathfrak{J}$ ein Wirkwiderstand R, so ist der in ihm auftretende Stromwärmeverlust

$$Q = I^2 R. \qquad (2)$$

Nach einem einfachen Gesetz der komplexen Rechnung ist aber

$$I^2 = \mathfrak{J}\,\mathfrak{J}_k = \mathfrak{f}(p)\,\mathfrak{f}_k(p). \qquad (3)$$

Index k deutet die konjugiert komplexe Größe an. Zu einer Verlustleistungslinie gelangt man nun durch die Festsetzung: Von einem beliebigen Punkte $\mathfrak{f}(p)$ des vor-

Digitized by Google

liegenden Diagrammes gehe man in Richtung eines Festvektors $\mathfrak{n}$ um einen mit I^2 proportionalen Betrag weiter. Hierdurch ergibt sich zwanglos die Gleichung der Verlustleistungslinie

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{f}(p) + \mathfrak{n}\,\mathfrak{f}(p)\,\mathfrak{f}_k(p)\,. \qquad (4)$$

Der Abstand der Ortskurve $\mathfrak{f}(p)$ von der Verlustleistungslinie $\mathfrak{B}$ in vorgeschriebener Richtung $\mathfrak{n}$ mißt also den Stromwärmeverlust in R. Für die Gerade[1]

$$\mathfrak{f}(p) = \mathfrak{a} + \mathfrak{b}\,p \qquad (5)$$

ergibt sich somit als Verlustleistungslinie

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{a} + \mathfrak{n}\,a^2 + [\mathfrak{b} + \mathfrak{n}\,(\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}_k + \mathfrak{a}_k\,\mathfrak{b})]\,p + \mathfrak{n}\,b^2 p^2\,, \qquad (6)$$

d. i. mit Ausnahme des Falles, daß $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{n}$ gleiches Argument besitzen, die Gleichung einer Parabel[2].

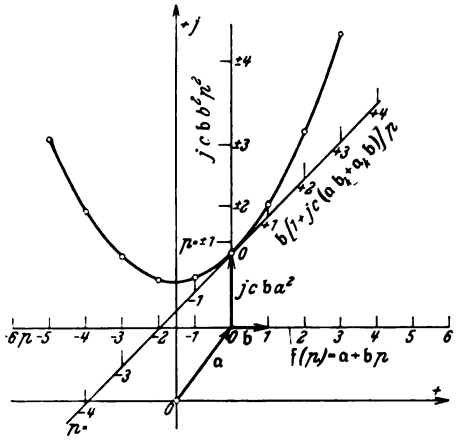


Abb. 1. Die Gerade $\mathfrak{f}(p)$ und ihre Verlustleistungslinie.

Die Richtung von $\mathfrak{n}$, in der die Stromwärme in R als Abstand der Geraden von einer Parabel gemessen werden kann, ist also völlig beliebig: jeder Richtung entspricht eine besondere Parabel. Man wird zweckmäßig festlegen, daß $\mathfrak{n}$ senkrecht zur Geraden liegt, daß also etwa

$$\mathfrak{n} = j\,c\,\mathfrak{b} \qquad (7)$$

ist. Die Gleichung der Verlustleistungsparabel lautet dann

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{a} + j\,c\,\mathfrak{b}\,a^2 + \mathfrak{b}\,[1 + j\,c\,(\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}_k + \mathfrak{a}_k\,\mathfrak{b})]\,p + j\,c\,\mathfrak{b}\,b^2 p^2. \qquad (8)$$

[1] M. Schenkel, ETZ 1901, S. 1043. — O. Bloch, Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik, Verlag Rascher & Cie., Zürich 1917, S. 41 u. f.

[2] O. Bloch, wie Fußnote 1, S. 54 u. f.

Die Parabel kann bei bekannten Werten von $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ und nach vorheriger Wahl von c leicht konstruiert werden (Abb. 1). Die oben erwähnte Ausnahme, daß $\mathfrak{n}$ mit $\mathfrak{b}$ gleiches Argument hat, braucht wegen ihrer Unzweckmäßigkeit nicht weiter diskutiert zu werden.

Für den Kreis[3]

$$\mathfrak{F}(p) = \frac{\mathfrak{a} + \mathfrak{b}\,p}{\mathfrak{c} + \mathfrak{d}\,p} \qquad (9)$$

ergibt sich als Gleichung der Verlustleistungslinie

$$\mathfrak{B} = \frac{\mathfrak{a}\,\mathfrak{c}_k + \mathfrak{n}\,a^2 + [\mathfrak{a}\,\mathfrak{d}_k + \mathfrak{b}\,\mathfrak{c}_k + \mathfrak{n}\,(\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}_k + \mathfrak{a}_k\,\mathfrak{b})]\,p + (\mathfrak{b}\,\mathfrak{d}_k + \mathfrak{n}\,b^2)\,p^2}{(\mathfrak{c} + \mathfrak{d}\,p)\,(\mathfrak{c}_k + \mathfrak{d}_k\,p)}\,. \qquad (10)$$

Das ist, da die Nennerfunktion

$$(\mathfrak{c} + \mathfrak{d}\,p)\,(\mathfrak{c}_k + \mathfrak{d}_k\,p) = 0 \qquad (11)$$

stets konjugiert komplexe Wurzeln p_1 und p_2 hat, allgemein die Gleichung einer Ellipse[4].

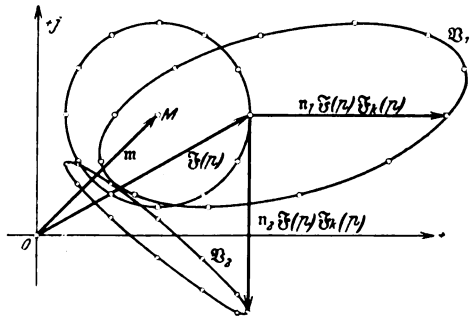


Abb. 2. Der Kreis $\mathfrak{F}(p)$ und seine Verlustleistungslinie

Jeder Richtung $\mathfrak{n}$ entspricht eine besondere Ellipse (Abb. 2); durch geeignete Wahl der Größe von $\mathfrak{n}$ hat man es in der Hand, die Ellipse zur Geraden entarten zu lassen. Fällt insbesondere die Richtung von $\mathfrak{n}$ mit — $\mathfrak{m}$ zusammen ($\mathfrak{m}$ ist der Ortsvektor aus dem Ursprung O nach dem Kreiszentrum M), so entartet die Ellipse bei geeigneter Wahl von $\mathfrak{n}$ in die Halbpolare[5].

[3] Wie Fußnote 1.

[4] O. Bloch, wie Fußnote 1, S. 69 u. f. — W. Michael, Zur Geometrie der Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik, Dissert. Zürich 1919, S. 42. — A. Kammerer, ETZ 1925, S. 1838.

[5] E. Arnold, Die Wechselstromtechnik Bd. 1, 2. Aufl. S. 77; Verlag Julius Springer, Berlin 1910. — O. Bloch, wie Fußnote 1, S. 136 u. f. — A. Fraenckel, Theorie der Wechselströme, 3. Aufl., S. 37; Verlag Julius Springer, Berlin 1930.

Die erste 100 kV-Schaltanlage mit Expansionsschaltern.

Von **H. Lütjens**, Berlin.

Übersicht. Die im April vorigen Jahres in Betrieb genommene 100 kV-Freiluftanlage Gröditz (bei Riesa i. Sa.) des Elektrizitätsverbandes Gröba ist bemerkenswert durch die erstmalige Verwendung von 100 kV-Expansionsschaltern sowie eine in großem Umfange in Freiluftausführung erbaute Druckluftanlage für die Antriebe der Expansionsschalter und der Trennschalter.

Das Umspannwerk Gröditz versorgt außer einem Großabnehmer einen Teil des 15 kV-Überlandnetzes des Elektrizitätsverbandes Gröba; es faßt mit der 100 kV-Freiluftanlage als Durchgangstation drei ankommende und vier abgehende Freileitungen zusammen. Beide Anlageteile sind durch ein 15 kV-Kabel über einen 2000 kVA-Transformator verbunden. Das elektrische Material für die neuerrichtete Freiluftanlage sowie die Entwurfs- und Ausführungszeichnungen lieferten die Siemens-Schuckertwerke; die Eisenkonstruktionen wurden von den Mitteldeutschen Stahlwerken Lauchhammer errichtet.

Die Aufteilung der Abzweige an den Doppelsammelschienen war gegeben durch die Lage der schon vorhandenen, bisher noch mit 60 kV betriebenen Doppelleitungen nach den Umspannwerken Gröba und Großenhain und vom Kraftwerk Plessa und der Einfachleitung vom Schalthaus Lauchhammerwerk-Gröditz (Abb. 1). Durch zwei Trennschalter ist die Auftrennung der Doppelsammelschienen möglich, so daß für den Betrieb insgesamt 4 Sammelschienen-Abschnitte zur Verfügung stehen. An den beiden Stirnseiten der Anlage ist Platz zum späteren

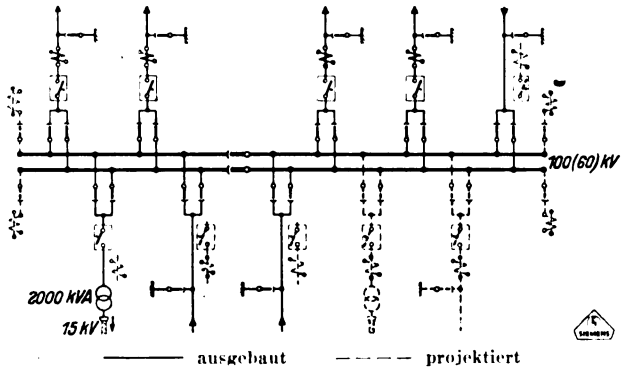


Abb. 1. Übersichtschaltplan.

Einbau von vier Spannungswandlersätzen für den Impedanzschutz des Netzes gelassen; vorläufig wurde auf eine Spannungsmessung in der Freiluftanlage verzichtet.

Digitized by Google

Auch unterblieb der Einbau von Einführungs-Trennschaltern der Freileitungen, da die sichtbare Trennstelle der Expansionsschalter den Betriebserfordernissen genügt. Ferner wurden aus Ersparnisgründen vorläufig nur die vier abgehenden Freileitungen und der Transformatoren-Abzweig mit Leistungschaltern ausgerüstet. Die vom Kraftwerk Plessa und vom Lauchhammerwerk Gröditz ankommenden Leitungen werden an ihrem anderen Ende geschaltet.

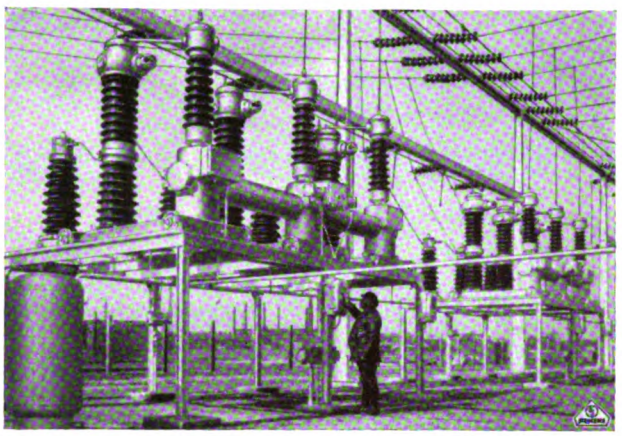


Abb. 2. 100 kV-Expansionsschalter und Stromwandler.

Als Leistungschalter wurden Expansionsschalter Type R 620/100/600 verwandt; die Vorteile dieser Freiluft-Expansionsschalter, insbesondere die Sichtbarkeit der mit dem Leistungschalter kombinierten, nach Art eines Trennschalters ausgebildeten äußeren Trennstelle und die freien Durchblick gewährende Bauweise der Schalter, welche die Übersichtlichkeit der ganzen Anlage erhöht, waren für die Wahl dieser Schaltertype ausschlaggebend (Abb. 2). Die Schalter sind auf U-Eisen-Gerüsten in etwa 2 m Höhe über Erdboden aufgestellt, zusammen mit je 1 Satz Stützerstromwandler für die spätere Ausrüstung der Anlage mit Impedanzschutz.

Die Abmessungen des am Sockel des mittleren Antriebstützers jedes Expansionsschalters angebauten Druckluftantriebes sind gering; der Antrieb wird bereits in der Fabrik mit dem Schalter zusammengebaut, so daß sich Anbauarbeiten auf der Baustelle erübrigen. Der Einschaltvorgang — d. h. Drehen des Antriebsstützers und Hereinschwenken des Schaltarmes, Drehen des Schaltarmes und Abwärtsbewegung des Schaltstiftes — wickelt sich auf den Einschaltimpuls hin zwangsläufig nacheinander ab; die Konstruktion der Antriebsteile bewirkt auf rein mechanischem Wege den folgerichtigen Ablauf des Schaltvorganges. Nach Beendigung der Einschaltbewegung kehrt der Antriebskolben wieder in seine Anfangslage zurück. Das Ausschalten erfolgt durch Auslösen der Freilaufkupplung und Entspannen der im Innern des Schalters befindlichen Ausschaltfedern.

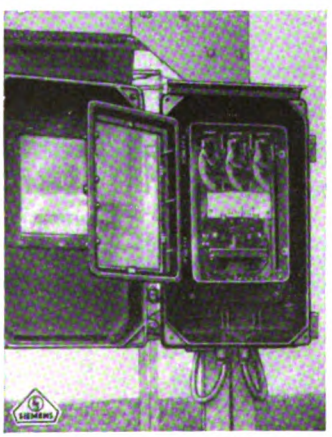


Abb. 3. Relaiskombination (geöffnet).

Das Einschaltventil sitzt in handlicher Höhe am Expansionsschaltergerüst in einem gußeisernen Kasten, in den auch der Bowdenzug zum Ausklinken der Freilaufkupplung für Ausschaltung von Hand geführt ist. Der Ventilanker und der Bowdenzug können durch je einen Druckknopf an der Vorderseite des Kastens betätigt werden; im normalen Betrieb werden die Expansionsschalter von der Warte im 15 kV-Schalthaus aus ferngesteuert. Die Steuerleitungen sind von der Warte bis an die Expansionsschaltergerüste als Kabel und am Gerüst selbst im Anschluß an gußeiserne Verteilerkästen als Anthygronleitungen verlegt.

Die Überstromauslösung der Expansionsschalter erfolgt durch Relaiskombinationen, bestehend aus den zusammengebauten Meßwerken von je 3 Überstromrelais und 1 Zeitrelais, die zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung in einem gußeisernen Kasten von gleicher Form und Größe wie der Ventilkasten eingebaut sind; genügender Luftzwischenraum zwischen Relaisgehäuse und Kasten sowie Entlüftungslöcher an der Unterseite des Kastens beseitigen die Gefahr der Kondensatbildung innerhalb des Relaisgehäuses. Die Relaisskalen sind durch eine in den Deckel des Kastens eingelassene Glasscheibe sichtbar (Abb. 3). Durch die Anordnung der Relais im Freien in unmittelbarer Nähe der Wandler und des zu betätigenden Expansionsschalters konnten bedeutende Längen an Steuerleitungen erspart werden.

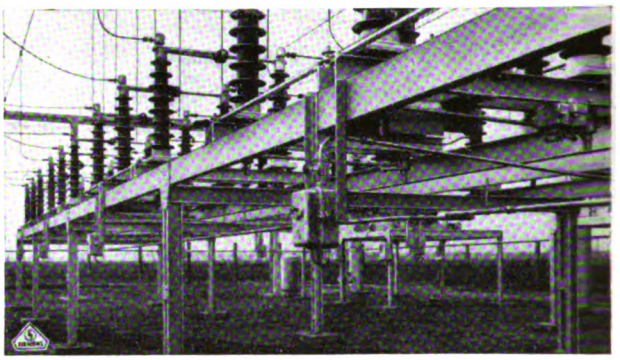


Abb. 4. 100 kV-Trennschalter mit Druckluftantrieb.

Die 20 Sammelschienen-Trennschalter sind als Zweistützer-Trennschalter mit 2 drehbaren Stützern je Phase ausgeführt und in gleicher Höhe aufgestellt wie die Expansionsschalter. Sämtliche Trennschalter besitzen Druckluftantrieb. Der Druckluftzylinder mit dem Antriebskolben sitzt unmittelbar am Grundrahmen der mittleren Phase und wirkt mittels einer Kurbel auf den Wellenstumpf des nächstliegenden Stützers (Abb. 4). Die übrigen Stützer werden durch Verbindungsgestänge mitgedreht. Der Antrieb ist durch ein kleines Regendach abgedeckt. Da im Gegensatz zu dem Ausschaltvorgang der Expansionsschalter bei den Trennschaltern auch die Ausschaltbewegung durch Druckluft bewirkt wird, sind 2 Ventile je Trennschalter erforderlich, die in einem gemeinsamen kleinen Kasten unmittelbar vor dem zugehörigen Trennschalter eingebaut sind und durch Druckknöpfe betätigt werden; diese sind durch einen mit einer Kordelschraube gesicherten Deckel gegen fahrlässige Betätigung geschützt. Der Anschluß der Ventile an eine Fernsteueranlage ist bei späterem Bedarf ohne weiteres möglich.

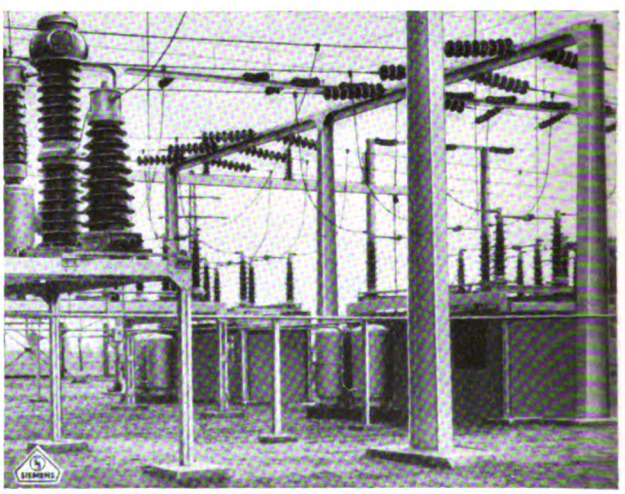


Abb. 5. Kompressorhäuschen und Druckluft-Hauptbehälter.

Der Raum unter den beiden Gerüsten der Längstrennschalter ist umbaut und dient zur Aufstellung der

Digitized by Google

beiden elektrisch angetriebenen Kompressoren von je 160 l/min zur Erzeugung der Druckluft. Hinter den Kompressorhäuschen im Freien stehen die Druckluft-Hauptbehälter mit je 500 l Inhalt für die Hochdruckseite der Anlage (durchschnittlich 6,5 atü). Über ein Druckminderventil führt die Rohrleitung zu je einem Zwischenbehälter von gleichfalls 500 l Inhalt auf der Niederdruckseite (durchschnittlich 5,3 atü) (Abb. 5). Vier weitere Zwischenbehälter gleicher Größe befinden sich an den äußeren Ecken der Freiluftanlage. Das dazwischenliegende Rohrnetz ist teils an den Apparategerüsten, teils, wo diese noch nicht ausgebaut sind, an Stützen in einer Höhe von rd. 2 m aufgehängt, wobei durch leichtes Gefälle u. U. ein Wasserablauf nach den mit Wasserablaßventilen versehenen Behältern veranlaßt wird. Sämtliche Schalterantriebe, Behälter und Apparate sind durch Schieber absperrbar. Die Schaltung des Rohrleitungsnetzes ermöglicht die Speisung der Anschlußstelle jedes Antriebes von zwei Seiten aus, so daß auch bei etwaigem Ausfall eines Rohrstranges die Luftzuführung der Antriebe gesichert ist.

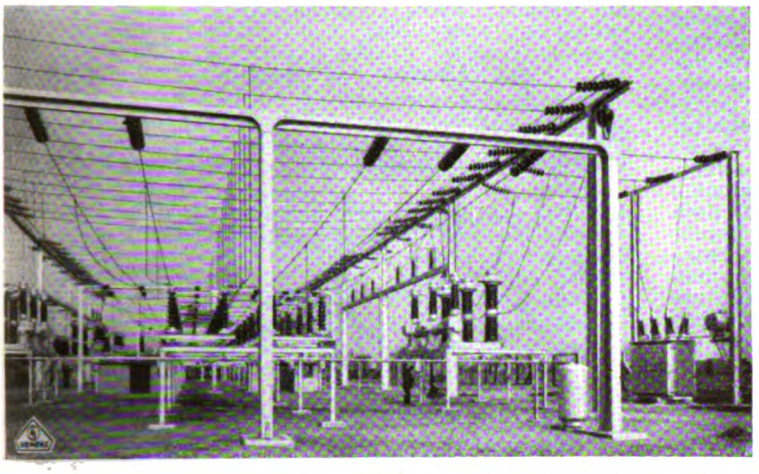


Abb. 6. Teilansicht der Freiluftanlage.

Obwohl die Verteilungsanlage im Freien allen Unbilden der Witterung ausgesetzt ist, bleibt der Druckverlust gering. Die Druckregelschalter der Kompressoren wirken selbsttätig; betriebsmäßig läuft nur ein Kompressor an, während der zweite in Reserve steht. Die Antriebsmotoren sind über Motorschutzschalter angeschlossen, die in der Warte mittels Hupe und Fallklappe überwacht werden. Kontaktmanometer auf der Hochdruck- und der Niederdruckseite melden gleichfalls durch Hupe und Fallklappe unzulässig hohen und tiefen Druck.

Die Begehbarkeit der oberen Traversen der Freileitungsportale zwecks Kontrolle der Abspannketten während des Betriebes ist durch Geländer gesichert; innerhalb der Profile der vier Endmasten sind Sprossen eingesetzt, die das Besteigen der Maste ermöglichen. Die einheitlich als Vollprofile ausgeführten Eisenkonstruktionen lassen die Führung der verbindenden elektrischen und Druckluftleitungen klar hervortreten; die hierdurch erzielte Übersichtlichkeit der Anlage wird noch begünstigt durch das Fehlen von Ölschalter- und Wandlerkesseln, von Antriebschränken und ähnlichen die Durchsicht behindernden Apparaten. Die sichtbare Trennstelle läßt den Betriebszustand jedes Expansionsschalters ebenso wie bei den Trenn- und Erdungschaltern schon von weitem erkennen (Abb. 6). Vier auf den Enden der Sammelschienenportale angebrachte Lichtfluter sorgen dafür, daß auch bei Nacht die Anlage leicht zu übersehen ist.

Die elektrische Rauhreif-Abheizung von Freileitungen.

Von Dr.-Ing. **K. Halbach**, Halle a. S.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß man mit der elektrischen Heizung von Freileitungen in vielen Fällen durch die vorhandenen Betriebsmittel der Rauhreifgefahr begegnen kann. Auf Grund von Erfahrungen verschiedener Werke sowie von Versuchen werden die notwendigen Stromstärken, Spannungen und Leistungen für verschiedene Querschnitte und Materialien angegeben. Die Stromkosten für die Heizung werden ermittelt.

Wenn auch die heutige Hochspannungs-Stromversorgung über Freileitungen als sicher gelten kann, so sind doch noch Gefahrenquellen in gewissen Witterungseinflüssen vorhanden, denen man mit wirtschaftlichen Mitteln nicht immer begegnen kann. Hierzu gehört der Ansatz von Rauhreif an die Freileitungseile.

Man verhindert im allgemeinen die Auswirkung normalen Rauhreifansatzes dadurch mit Erfolg, daß man der Berechnung von Leitungen die VDE-mäßige Zusatzlast von $180\sqrt{d}$ zugrundegelegt. Es kann aber häufig beobachtet werden, daß Leitungen, welche jahrelang einwandfrei ihren Dienst erwiesen haben, unter der Last eines zuvor nie erreichten Rauhreifansatzes zusammenbrechen.

Eine Abhilfe kann in baulicher Hinsicht durch Stellen von Zwischenmasten und Verlegung eines anderen Seilquerschnittes oder Materials zuweilen getroffen werden. Ersteres bedeutet einen erheblichen Aufwand an Kapital und letzteres ist, wenn überhaupt möglich, nicht immer im Sinne der an die Übertragung zu stellenden Anforderungen.

Man muß daher nach Mitteln oder Wegen suchen, der Gefahr auf andere Weise zu begegnen.

Dem Abschlagen des Rauhreifes mittels langer Stangen[1] kommt für Überlandleitungen wegen ihrer Länge und Höhe bei höheren Spannungen wenig Bedeutung zu.

Eine so hohe Strombelastung der Leitungen, daß durch die Verlustleistung ein Rauhreifansatz verhindert wird, kann im normalen Betrieb selten eingehalten werden und dann jeweils auch nur zu gewissen Tagesstunden[2].

Als ideal wäre sicherlich ein Mittel zu bezeichnen, das die Oberfläche der Seile so zu präparieren gestattete, daß ein Rauhreifansatz unmöglich würde. Dies Mittel ist bisher noch nicht gefunden.

In der Patentliteratur fehlt es nicht an Angaben über Verfahren, wie man im Betrieb befindliche Leitungen durch Abheizung rauhreiffrei machen kann. Diese Verfahren bedienen sich entweder im Nullpunkt von Transformatoren angeschlossener Zusatztransformatoren, die im Stromrückschluß über Leitung und den Nullpunkt eines weiteren Transformators und über die Erde einen zusätzlichen Heizstrom liefern, oder besonders hergestellter Leitungseile mit isolierter Heizader, wobei Außenmantel und Seilkern an verschiedene Spannungen gelegt werden. Die technischen Schwierigkeiten, die sich im allgemeinen der Anwendung dieser Einrichtungen entgegenstellen, sind im letzten Fall noch größer als im ersten und erfordern zudem auch erhebliche finanzielle Mittel.

In der Praxis hat sich das Abschmelzen des Rauhreifes bei außer Betrieb befindlichen Leitungen durch Stromheizung derselben bewährt. Dies wird in der Regel so durchgeführt, daß man die Leitungen an einem Ende kurzschließt und am anderen Ende mit einer Wechselspannung speist, die den notwendigen Heizstrom liefert. Die erforderliche Spannung hierfür ist, wie später gezeigt wird, häufig bereits vorhanden. Über die in den meisten Fällen vorhandene Reserveleitung wird der Betrieb aufrecht erhalten. Aber auch in Fällen ohne Reserveleitung ist es u. U. noch zweckmäßiger, durch kurzzeitige Abschaltung den Rauhreif mittels Heizung abzuschmelzen, als einen Drahtbruch an unbekannter Stelle zuzulassen und damit die Versorgung auf Stunden stillzulegen.

[1] ETZ 1930, S. 288.

[2] ETZ 1925, S. 1918.

Digitized by Google

Es sei hier vorweggeschickt, daß gegen die Heizung verschiedene Bedenken vorgebracht werden, die jedoch bei geeigneter Durchführung der Heizung gegenstandlos sind. So ist beobachtet worden, daß durch die Heizung nur ein Teilabwurf des Rauhreifes eintrat, wodurch die Phasen sich ziemlich näherten. Bei Einschalten der Betriebspannung traten dann Überschläge zwischen den Phasen auf, die die Leitung zum Auslösen brachten und beschädigten. Um dies zu vermeiden, muß mit genügend hohen Heizstromstärken bei genügend langer Einwirkungszeit gearbeitet werden. Ein Zusammenschlagen der Seile selbst während des Heizvorganges kommt kaum vor, da die Seile im allgemeinen in ihrer senkrechten Projektion nicht zusammenfallen und bei Auftreten von Rauhreif gewöhnlich nur schwache Winde herrschen. Bei größeren Querschnitten kann die Aufbringung der zum Heizen notwendigen Stromstärken und Spannungen Schwierigkeiten bereiten. Ist aber die Stromstärke erreichbar, so muß noch beachtet werden, daß man die im Zuge der Leitung liegenden Stromwandler, Hochfrequenzsperren und u. U. Trennmesser nicht überlastet. Die Stromwandler kann man umgehen, und die Umänderung der Trennmesser und Auswechselung der Hochfrequenzsperren für hohe Ströme stellt nur eine geringe finanzielle Belastung dar, die durch die einmal ersparten Kosten bei Vermeidung eines Leitungsbruches wieder hereingebracht sind.

Die erste praktische Durchführung der Rauhreifheizung wurde wohl in Amerika unternommen. In den letzten Jahren ist aber auch in Deutschland und Österreich die Heizung praktisch durchgeführt worden. Sicherlich würde aber mehr von der Befreiung der Leitungen von Rauhreif durch Heizung Gebrauch gemacht werden, wenn genauere Anhaltspunkte für die notwendigen Stromstärken vorhanden wären, die Gewähr für einwandfreie Abheizung bieten. Daß ein Bedürfnis hiernach vorliegt, geht aus dem „Merkblatt der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V. über Eislast auf Leitungen[3] hervor.

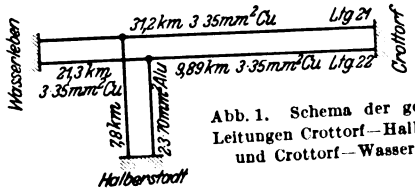


Abb. 1. Schema der geheizten Leitungen Crottorf—Halberstadt und Crottorf—Wasserleben.

Bevor hier Angaben darüber gemacht werden, sei eine seit dem Jahre 1927 bestehende Heizanlage der Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt A. G. (ESAG) in Halle beschrieben. Vom ESAG-Umspannwerk Crottorf führt eine 50 kV-Doppelleitung in den nördlichen Vorharz hinein. Aus Abb. 1 sind die Streckenlänge und das verwendete Material zu ersehen. Beim Auftreten von Rauhreif wird dies dem Umspannwerk Crottorf von den hierfür verpflichteten, geeigneten Personen (Lehrer, Monteure), welche an verschiedenen Stellen des Leitungszuges ihren Wohnsitz haben, gemeldet, worauf das Umspannwerk in der folgenden Weise die Abheizung vornimmt. Eine der beiden Leitungen wird abgeschaltet und zunächst in Halberstadt kurzgeschlossen, worauf von Crottorf aus mit einer Spannung von 7500 V, die hier zur Verfügung steht, die Leitung eine gewisse Zeit gespeist wird. Dann wird der Kurzschluß in Halberstadt aufgehoben, in Wasserleben eingelegt und wie vorher verfahren. Die sich hierbei ergebenden Stromstärken und Leistungen sind in der nachfolgenden Zahlentafel 1 wiedergegeben. Desgleichen ist aufgeführt die spezifische Strombelastung des Kupferseiles sowie die Temperaturerhöhung, die dasselbe nach Eisbefreiung bei nur wenig bewegter Luft im Maximum erreichen kann.

Zahlentafel 1.

Leitung	Amp.	Amp./mm²	Endübertemperatur in ° C	Heizleistung kW	kVA
1. Crottorf—Halberstadt	360	10,6	96	3640	4670
2. Crottorf—Wasserleben	210	6,2	31	2100	2730

In jedem Falle war bisher der Rauhreif bei 360 A nach rd. 8 min und bei 210 A nach rd. 20 min abgetaut worden, wobei im ersten Fall die Seiltemperatur wegen der Kürze der Zeit auch an rauhreiffreien Stellen nicht mehr als rd. 75 ° C Übertemperatur erreichte.

Nach den gemachten guten Erfahrungen lag es nahe, für sämtliche Leitungen des Netzes die Möglichkeit der Heizung zu prüfen. Wie weit dies mit den in den Umspannwerken vorhandenen Spannungen und Transformatorenleistungen möglich ist, zeigt Abb. 2. Zur Durchführung der Heizung ist dabei eine Unterbrechung von Abnehmern wegen der Ringanordnung der Leitungen nicht notwendig.

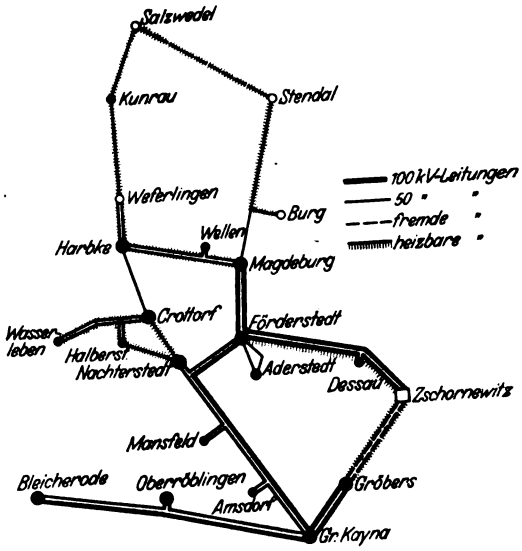


Abb. 2. Möglichkeiten der elektrischen Heizung der ESAG-Leitungen zwecks Rauhreifbefreiung mit vorhandenen Spannungen und Transformatorenleistungen.

Welche Faktoren für die Wahl der für die verschiedenen Querschnitte notwendigen Stromstärken maßgebend sind, soll im nachfolgenden untersucht werden.

Clem[4]) hat auf Grund verschiedener amerikanischer Versuchsergebnisse Gleichungen für die Berechnung der zur Abheizung notwendigen Stromstärken aufgestellt, in denen Rauhreifstärke, Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Abheizzeit berücksichtigt sind. Da diese Faktoren meistenteils unbekannt sind, stößt man bei Anwendung dieser Gleichungen auf Schwierigkeiten.

Es sei daher versucht, aus den zahlreich vorliegenden praktischen Ergebnissen verschiedener Werke eine allgemein gültige Regel für die notwendige Heizstromstärke herzuleiten. Um diese Versuchsergebnisse auf einen Nenner zu bringen, wird nachfolgend jedesmal angegeben, welche Übertemperatur die Seile in rauhreiffreiem Zustand und bei mäßig bewegter Luft bei den aufgewendeten Stromstärken annehmen würden. Diese Übertemperatur T wurde experimentell[5] durch den Verfasser für die verschiedensten Querschnitte und Materialien festgelegt. Auf die Versuche hier näher einzugehen, verbietet der zur Verfügung stehende Raum. Es sei lediglich das Ergebnis mitgeteilt. Für eine bestimmte Übertemperatur T (° C) errechnet sich für ein Seil vom Durchmesser d (cm) und dem spezifischen Widerstand r_s (Ω je mm² und km bei 15 ° C) bei leicht bewegter Luft die Stromstärke zu

$$I = 222 \sqrt{\frac{T}{r_s}}\, d^{1,2}.$$

Die Form der Gleichung stimmt mit der von Clem angegebenen bezüglich des Exponenten von d gut überein. Aus der Gleichung von Clem findet man hierfür nach Umformung einen Wert von 1,25. Burger[6] rechnet mit konstanter Wärmeabgabe je cm² Oberfläche und bekommt daher einen Exponenten von 1,5, der sicherlich zu hoch gegriffen ist. Die Konstante 222 hängt von den meteorologischen Verhältnissen ab und bezieht sich hier auf mäßig bewegte Luft um 0 ° ... — 5 ° C.

Die gefundene Abhängigkeit der Stromstärke vom Durchmesser und Material ist in Abb. 3 dargestellt, u. zw. für eine Temperaturerhöhung von 1 ° C. Diese Werte sind zur Ermittlung der Stromstärke für höhere Temperaturen mit der Wurzel aus der Temperatur zu multiplizieren, also beispielsweise für 40 ° mit 6,32. Sie sind gültig für eine Anfangstemperatur von etwa — 5 ° C.

[3] Elektr.-Wirtsch. Bd. 26, S. 91 (1927); Merkbl. über Eislast auf Freileitungen, ETZ 1927, S. 843.

[4] J. E. Clem, Currents required to remove conductor „sleet", Electr. Wld. Bd. 96, S. 1053 (1930).

[5] Die Durchführung der Versuche lag in den Händen von Herrn Dipl.-Ing. Köhns.

[6] O. Burger, Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen, Julius Springer, Berlin 1931, S. 81 u. f.

Digitized by Google

Die vorliegenden Betriebserfahrungen sind folgende:

Für die 35 mm²-Kupferleitung Crottorf—Wasserleben hat eine Stromstärke, die eine Übertemperatur $T = 31$ ° C zu erzeugen in der Lage ist, zur Abheizung genügt.

An einem 120 mm²-Aluminiumseil wurden vom Verfasser Abschmelzversuche von künstlich erzeugtem Eisbehang von rd. 7 mm einfacher Wandstärke bei verschiedenen Stromstärken durchgeführt. Diese Versuche ergaben, daß ein Strom von 375 A, welcher eine Übertemperatur T von 38 ° C erzeugen würde, in der Lage ist, auch das Eis bei — 6 ° C in etwa 1½ h abzuschmelzen.

In den Verhandlungen der internationalen Hochspannungskonferenz Paris 1930[7] werden ebenfalls Angaben über die notwendigen Stromstärken und die sich dabei einstellende Endübertemperatur gemacht. Hier liegen die Werte etwa bei $T = 40$ ° C.

In einem amerikanischen Literaturauszug berichtet Naumann[8] über Abheizungen von Rauhreif an 160 mm²-Aluminiumseilen, welche im rauhreiffreien Zustande ebenfalls 40 ° C Endtemperatur bei der angewandten Stromstärke von 472 A erreicht haben würden.

Das Bayernwerk hatte mit 350 A Heizstromstärke bei 120 mm²-Aluminiumseil entsprechend einer Endübertemperatur T von 33 ° C nur teilweise Erfolg.

Schlögl[9] gibt an, daß er zukünftig für eine 30 km lange Leitung mit 95 mm² Kupfer eine Spannung von 9,0 kV zur Heizung aufwenden will. Die Enderwärmung T würde hierbei 30 ° C betragen.

Usbeck[10] berichtet über erfolgreiche Heizung der Leitungen der schlesischen Gebirgsbahn[11] bei Querschnitten von 90 mm² Kupfer und 65 mm² Kupfer, wobei Übertemperaturen als Enderwärmung bei mäßigbewegter Luft und rauhreiffreiem Seil von 31 ° C bzw. 27 ° C aufgetreten sein würden. Bei Unterschreitung einer Lufttemperatur von — 10 ° C bei rauhreifbehafteten Seilen war nach Usbeck eine Abheizung nicht mehr möglich.

Aus diesen zahlreich vorliegenden praktischen Erfahrungen ist zu entnehmen, daß mit Stromstärken, die eine Übertemperatur der vorerwähnten Definition von 30 ··· 40 ° C zu erzeugen in der Lage gewesen wären, ein Abheizerfolg in betrieblich zulässiger Zeit erzielt werden konnte. Rechnet man in den nachfolgenden Ausführungen mit 40 ° C Übertemperatur, so wird bei normalstarken Rauhreifverhältnissen, etwa in den Zonen 1, 2 und 3 des Merkblattes der Studiengesellschaft[12], die Gewähr für Abheizung gegeben sein. Der maximale Strom ist dabei gleich dem 6,32fachen der dem Kurvenblatt Nr. 3 zu entnehmenden Werte.

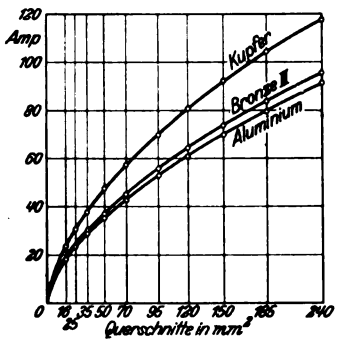


Abb. 3. Stromstärken zur Erzeugung einer Übertemperatur von 1 °C an frei angespannten Seilen bei mäßig bewegter Luft, ermittelt nach der Gleichung

$$I = 222 \sqrt{\frac{T}{r_s}}\, d^{1,2}.$$

Es wird nur in seltenen Fällen zutreffen, daß eine zur Verfügung stehende Spannung gerade den Strom für die Übertemperatur von 40 ° C liefert. Eine Unterschreitung der Stromstärke macht den Erfolg ungewiß, eine Überschreitung ist in Grenzen zulässig. Man findet vielfach als zulässige Maximaltemperatur für Freileitungen 80 ° C angegeben, obgleich nach den Untersuchungen von Schmitt[13] das in der Rangordnung bezüglich der Festigkeitsminderung durch Wärme am tiefsten stehende Aluminium erst bei 160 ° C eine Einbuße an Festigkeit erfährt. Immerhin ist zu bedenken, daß Seilverbindungen keinen dem Seil gleichwertigen Durchgangswiderstand haben, weshalb die Festsetzung der obersten Erwärmungsgrenze auf 80 ° C für das Seil angebracht erscheint. Der maximal zulässige Strom ist dabei etwa gleich dem Neunfachen der aus dem Kurvenblatt Nr. 3 entnommenen Werte.

Zahlentafel 2. Heizstromstärken, Heizspannungen, Scheinleistungen und Wirkleistungen bei 40 ° C und 80 ° C Seilübertemperatur für 100 km Leitungslänge bei 50periodigem Drehstrom (Reaktanz je Phase und km zu 0,41 Ω angenommen).

Material	mm²	Übertemp. ° C	Amp.	kV	MVA	MW
Kupfer	16	40	150	30,5	7,9	7,5
		80	215	43,2	—	—
	25	40	195	27,8	9,3	8,1
		80	275	39,3	—	—
	35	40	240	27,2	10,2	8,7
		80	335	38,5	—	—
	50	40	300	28,4	14,7	9,6
		80	420	40,2	—	—
	70	40	355	30,1	18,5	10,0
		80	505	42,7	—	—
	95	40	440	34,2	25,9	10,8
		80	620	48,3	—	—
	120	40	502	38,0	33,0	11,3
		80	710	53,8	—	—
	150	40	580	43,2	43,3	12,0
		80	820	61,1	—	—
Aluminium	35	40	180	30,3	9,5	8,7
		80	255	42,8	—	—
	50	40	225	29,5	11,6	9,6
		80	320	41,7	—	—
	70	40	270	28,5	13,4	10,0
		80	380	40,3	—	—
	95	40	335	30,0	17,4	10,8
		80	470	42,4	—	—
	120	40	380	31,8	21,0	11,3
		80	540	45,0	—	—
	150	40	440	35,3	27,0	12,0
		80	625	49,9	—	—
	185	40	500	38,0	32,9	12,3
		80	705	53,7	—	—
	240*	40	570	42,6	42,2	13,7
		80	810	60,2	—	—
Bronze II	16	40	120	37,3	7,8	7,5
		80	170	52,8	—	—
	25	40	155	32,4	8,6	8,1
		80	215	45,8	—	—
	35	40	190	30,2	9,9	8,7
		80	270	42,7	—	—
	50	40	240	29,3	12,1	9,6
		80	340	41,5	—	—
	70	40	285	29,0	14,3	10,0
		80	403	41,0	—	—
	95	40	350	31,0	18,9	10,8
		80	495	43,8	—	—
	120	40	400	33,4	23,7	11,3
		80	565	47,2	—	—
	150	40	465	36,3	29,3	12,0
		80	655	51,3	—	—

* 37drähtig.

In der Zahlentafel 2 sind die minimal notwendigen und maximal zulässigen Stromstärken für verschiedene Seilquerschnitte und Materialien aufgeführt, desgleichen die auf 100 km bezogenen Spannungen, Scheinleistungen und Wirkleitungen bei 50periodigem Drehstrom. Die Scheinleistung und Wirkleistung für 80 ° C ist mit dem Doppelten derjenigen für 40 ° C einzusetzen. Die Stromwerte sind auf 5 A abgerundet. Eine Umrechnung der Spannungen und Scheinleistungen auf andere Längen kann proportional erfolgen. Mittels dieser Daten ist die Überprüfung der Frage, ob die Heizung einer Leitung mit den vorhandenen Mitteln durchgeführt werden kann oder welche Spannungen und Leistungen notwendig sind, in wenigen Augenblicken erledigt.

Es sei z. B. eine Drehstromleitung von 25 km Länge und einem Seilquerschnitt von 70 mm² Kupfer auf ihre Heizmöglichkeit hin untersucht. Als minimalen Heizstrom entnimmt man der Zahlentafel 355 A, die Scheinleistung müßte betragen $18{,}5 \cdot 25/100 = 4{,}6$ MVA, die Wirkleistung $10{,}0 \cdot 25/100 = 2{,}5$ MW und die Spannung $30{,}1 \cdot 25/100 = 7{,}5$ kV.

Ist die zur Verfügung stehende Spannung 10 kV, so wird sich der Strom auf $355 \cdot 10{,}0/7{,}5 = 473$ A, die Scheinleistung auf $4{,}6 \cdot \left(\frac{10{,}0}{7{,}5}\right)^2 = 8{,}2$ MVA und die Wirkleistung auf $2{,}5 \cdot \left(\frac{10{,}0}{7{,}5}\right)^2 = 4{,}5$ MW erhöhen. Der Strom von 473 A liegt zwischen demjenigen für die Erwärmung auf 40 und 80 ° C. Stehen die Leistungen zur Verfügung, so kann die Heizung durchgeführt werden.

Die wirtschaftliche Seite der Heizung soll im folgenden betrachtet werden. Unter Beachtung von Leitungslängen und Querschnitten, wie sie im Mittel bei Spannungen von 15 kV, 30 kV, 50 kV und 110 kV anzutreffen sind, findet man in roher Annäherung, daß etwa 1/3 der Betriebspannung als Heizspannung angewendet werden muß. Da-

[7] Bericht über die Internationale Hochspannungskonferenz Paris, Z. VDI Bd. 74, S. 1743 (1930).

[8] O. Naumann, Betriebserfahrungen mit tanzenden Leitungen, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 41 (1931).

[9] J. Schlögl, Die Beseitigung von Rauhreif und Eisbildungen auf Hochspannungsfreileitungen, Gesamtber. d. 2. Weltkraftkonf. Bd. 14, S. 253.

[10] W. Usbeck, Heizung der Fernleitungen für die schlesischen Gebirgsbahnen als Abwehr gegen Rauhreif, Elektr. Bahnen Bd. 6, S. 215 (1930).

[11] ETZ 1931, S. 506.

[12] Elektr.-Wirtsch. Bd. 26, S. 91 (1927).

[13] H. Schmitt, Über den Einfluß von Kurzschlußströmen auf die Festigkeit und Leitfähigkeit hartgezogener Drähte, ETZ 1928, S. 684.

Digitized by Google

bei wurden die mittleren Leitungslängen wie folgt angenommen:

15 kV	15 km
30 „	35 „
50 „	50 „
110 „	100 „

Die mittleren Leistungswerte, ermittelt aus einer mittleren Stromstärke und einem mittleren Kurzschluß-cos φ, sind hierzu bei der entsprechenden Betriebspannung und Heizspannung:

Betriebspannung	Heizspannung	MVA	MW
15 kV	5 kV	1,6	1,35
30 „	10 „	4,5	3,4
50 „	16 „	9,5	5,8
110 „	35 „	28,5	13,5

Nun sind in vielen Netzen Spannungen verwendet, die sich in ihrer Höhe wie 3 zu 1, also wie Betriebspannung zu Heizspannung verhalten. Z. B. können 110 kV-Leitungen mit der häufig vorhandenen 30 kV-Spannung geheizt werden. 50 kV-Leitungen lassen sich vielfach aus den anschließenden 15 kV-Netzen heizen. In Umspannwerken mit angrenzenden Kraftwerken können aber auch die Generatoren, mit $^1/_3$ ihrer Nennspannung betrieben, die Heizung vornehmen.

Jedenfalls besteht eine Reihe von Möglichkeiten, die entsprechende Heizspannung mit den vorhandenen Betriebsmitteln zu erzeugen oder durch Kombination und Unterteilung verschiedener Leitungstrecken die jeweils vorliegende Spannung zur Heizung zu verwenden. Aber auch die Beschaffung eines besonderen Heiztransformators ist u. U. rentabel, da seine Spannungsverhältnisse nicht so genau festgelegt zu sein brauchen und deshalb altgekaufte Transformatoren mit dem ungefähren Übersetzungsverhältnis, wie es für die Heizspannung notwendig wäre, gebraucht werden können.

Die Dauer einer Heizperiode kann für kleinere Querschnitte im Mittel zu ½ h (kleine Zeitkonstante), für größere im Mittel zu 1 h angenommen werden. Da die Heizung nur dann vorgenommen werden kann, wenn Leistung zur Verfügung steht — also gewöhnlich vor 7 h morgens und spät abends —, diese Zeiten aber auch ungefähr mit der Rauhreifbildung zusammenfallen, kann bei der Betrachtung der Heizungskosten die Frage der Leistungskosten außer acht gelassen werden. Es ist nur eine Arbeitsgebühr in Ansatz zu bringen, bei Betrieben mit Eigenerzeugung also nur die Kohlekosten. Setzt man sie mit dem Betrag von 1 Pf/kWh ein, so ergibt sich für eine einmalige Heizung unter Berücksichtigung der vorerwähnten mittleren Leitungslängen ein Aufwand bei

15 kV von 1 350 kW · 0,5 h · 0,01 RM/kWh = 6,75 RM
110 „ „ 13 500 „ · 1 „ · 0,01 „ = 135 „ .

Diese Ausgaben sind, bezogen auf die Kosten einer einmaligen Leitungsreparatur bei Rauhreif-Leitungsbruch zuzüglich des Gewinnausfalles durch Lieferungsunterbrechung als gering zu bezeichnen. Bei der ESAG-Heizanlage in Crottorf sind im Winter 1930/1931 für die Heizung 9700 kWh verbraucht worden, was einem Preis von 97 RM bei 1 Pf/kWh entsprechen würde; für den Winter 1931/1932 betrugen die Zahlen 3100 kWh bzw. 31 RM.

Abzweigstellen-Entlastungsplatte zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen in Bergwerken unter Tage.

Zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen in Bergwerken unter Tage haben sich die bequem zu verlegenden kabelähnlichen Leitungen schnell eingeführt. Zug- und Druckbeanspruchungen von dem am Grubenausbau befestigten Kabel fernzuhalten, ist im rauhen Grubenbetrieb, z. B. bei eintretendem Gebirgsdruck, beim

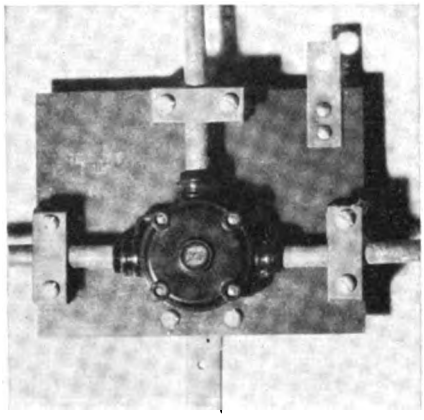


Abb. 1. Entlastungsplatte mit Abzweigdose und Erdleitungsanschluß.

Auswechseln gebrochener Stempel u. dgl. nicht immer möglich. Besonders gefährdet sind hierbei die durch Muffen oder Abzweigdosen gebildeten Kabelabzweigstellen. Bei der bisher üblichen Verlegungsweise wurden die Kabeladern in den Dosen verklemmt, wobei die an den Dosen befindlichen Stopfbüchsen die Kabel festhalten sollten. Die Klemmwirkung der Stopfbüchsen reicht jedoch zur Fernhaltung der Zug- und Druckbeanspruchungen von den Abzweigstellen nicht aus. Bereits geringe Beanspruchungen obiger Art haben ein Herausreißen der Kabel aus den Stopfbüchsen der Abzweigstellen zur Folge. Daraus ergeben sich weitere Nachteile: Die Stromzuführung wird gänzlich unterbrochen. Die Abzweigdosen brechen und werden unbrauchbar. Das herausgerissene Ende kann Menschenleben gefährden.

Die obigen Nachteile vermeidet die in Abb. 1 dargestellte Abzweigstellen-Entlastungsplatte[1], die unter dem Namen Artois-Platte (genannt nach der Baufirma A. Artois in Brackwede i. W.) in den Handel kommt. Sie besteht aus einer kräftigen Eisenplatte, auf der mit neuartigen Zähnen versehene besondere Kabelschellen angeordnet sind, welche die zur Abzweigdose führenden Kabel sicher festhalten und dadurch die Abzweigdose selbst gegen Zug- und Druckbeanspruchungen schützen. Die Befestigung der Abzweigdosen in der bisher üblichen Form durch Nägel oder Schrauben an den Grubenstempeln führt nicht zu oft zu Brüchen der Abzweigdosenkörper. Bei der Abzweigstellen-Entlastungsplatte gestattet ein ösenartiges Langloch ein bequemes Aufhängen des Gerätes unter Zuhilfenahme eines Flacheisenhakens in jeder Lage. Das Langloch wird durch Zusammenschrauben der Überwurflasche mit den auf der Rückseite der Montageplatte hervorstehenden Befestigungschrauben gebildet. Nach Bedarf läßt sich dieses hinter jeder Schelle herstellen. Durch Benutzung der Entlastungsplatten ist man bei der Errichtung von neuen Beleuchtungsanlagen im Untertage-Betrieb in der Lage, größere Kabellängen fertig über Tage mit Abzweigstellen und Lampen versehen herzurichten, die dann unter Tage nur noch am Grubenausbau befestigt und an das Netz angeschlossen zu werden brauchen (Abb. 2). Hierdurch werden die Errichtungskosten ganz erheblich herabgesetzt.

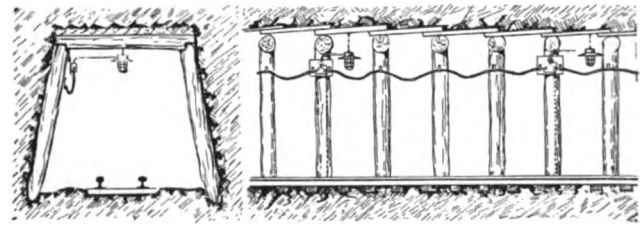


Abb. 2. Anordnung der Entlastungsplatte bei einer Beleuchtungsanlage unter Tage.

Sgm.

[1] Elektr. im Bergb. Bd. 6, S. 139.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Hebezeuge und Massenförderungen.

Umstellung mit Gleichstrom betriebener Aufzüge auf Drehstrom. — Für jeden auf Drehstrom umzustellenden Aufzug hat man zunächst Untersuchungen anzustellen bezüglich der Betriebsverhältnisse, des allgemeinen Zustandes, der Art der Steuerung und ihres Stromverbrauchs. Ist der Umbau der Gleichstromsteuerung wegen der hohen Kosten nicht möglich und kommt die Aufstellung eines Gleichrichters oder Umformers für die Gesamtanlage auch nicht in Frage, so ist zu prüfen, ob der Einbau einer neuen Steuerungsapparatur notwendig und lohnend ist oder ob die vorhandene Steuerung belassen und an einen besonderen Umformer oder Gleichrichter angeschlossen werden kann. Da der letzte Weg erhebliche wirtschaftliche Vorteile bringt, so ist als Beispiel hierfür in Abb. 1 und 2 ein Personenaufzug für 300 kg mit 7 Haltestellen und Druckknopfinnensteuerung sowie Holeknöpfen an den einzelnen Haltestellen dargestellt. Der Leerlaufverbrauch des Umformers beträgt rd. 180 W. Da der Aufzug täglich 24 h betriebsbereit sein muß, wäre der Leerlaufverbrauch natürlich erheblich. Um nun den Umformer während des Stillstandes des Aufzugs auch drehstromseitig abschalten zu können, wird die Drehstromzuleitung über ein Schütz geführt, dessen Haltespule durch einen Zeitschalter (Treppenhaus-Selbstschalter) eingeschaltet wird. Beim Betreten der Kabine wird ein Bodenkontakt geschlossen, wodurch der Zeitschalter betätigt wird, der so eingestellt ist, daß er an sich etwa 1 min, auf alle Fälle aber so lange geschlossen bleibt, als sich eine Person im Fahrstuhl befindet und dadurch den Bodenkontakt schließt. Das Ausschalten des Umformers und ein Anhalten des Fahrstuhls vor Erreichen des Zieles ist damit verhindert. Parallel zum Bodenkontakt liegen 7 Kontaktpaare in den Holeschaltern der einzelnen Stockwerke. Beim Drücken der Holeknöpfe wird wiederum zuerst der Zeitschalter eingeschaltet und damit der Umformer drehstromseitig in Betrieb gesetzt. Der Aufzug ist dann fahrbereit, das entsprechende Stockwerkrelais spricht an und der Aufzug bewegt sich nach dem gewünschten Stockwerk. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß im Falle der Betätigung des Überfahrschalters (Notschalters) auch die Gleichstromsteuerung abgeschaltet wird, was man dadurch erreichen kann, daß die Steuerleitung über ein besonderes Kontaktpaar des Überfahrschalters geführt wird.

Anstatt des Drehstrom-Gleichstrom-Umformers kann auch ein Glühkathodengleichrichter verwandt werden. Für die grundsätzliche Entscheidung, welcher von beiden Maschinengattungen der Vorzug zu geben ist, spielt die Anlaufzeit eine Rolle, d. h. die Zeit zwischen wechsel- bzw. drehstromseitiger Einschaltung und Abgabe der vollen Gleichspannung, die beim Umformer weniger als 1 s beträgt; beim Gleichrichter im betriebswarmen Zustand der Röhre erfolgt die Abgabe des Gleichstroms zwar ebenfalls augenblicklich, in kaltem Zustand dagegen etwa erst nach 6 s. Auch die Lebensdauer kommt in Frage. Beim Glühkathodengleichrichter muß man mit einem Ausfall der Röhre nach etwa 2000 Betriebstunden rechnen, während die Lebensdauer des Umformers bei richtiger Wartung unbegrenzt ist. Die Anschaffungskosten sind für beide Maschinengattungen annähernd gleich hoch. Soll ein Aufzug dauernd, d. h. 24 h täglich betriebsbereit sein, und will man den geringen Leerlaufverbrauch des Gleichrichters und die durch die ununterbrochene Einschaltung bedingte Ver-

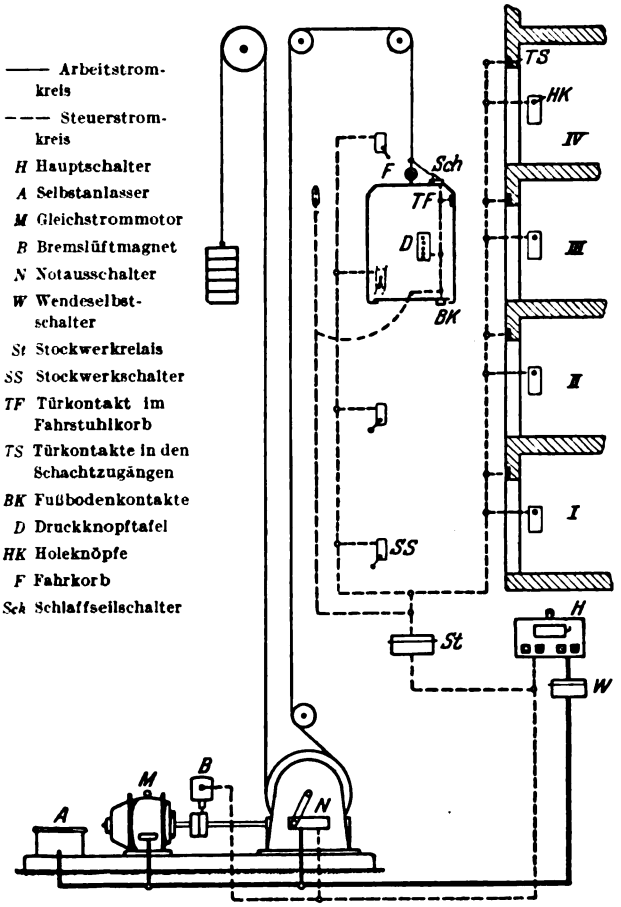
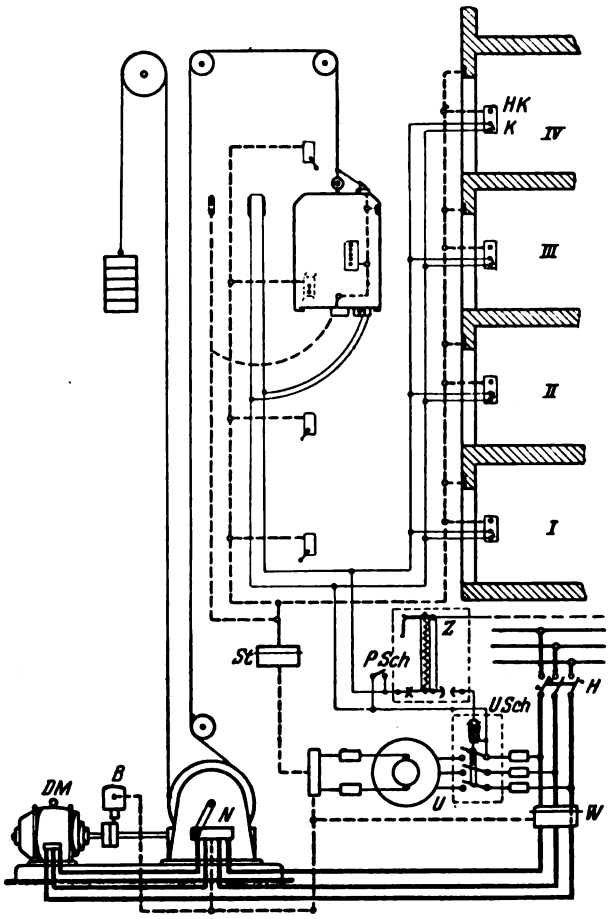


Abb. 1. Gleichstrom-Aufzug mit Druckknopfsteuerung.



—— Arbeitstromkreis
– – – Steuerstromkreis
——— Betätigungsleitung für Zeitschalter (Wechselstrom)
H Hauptschalter
USch Umformerschütz
U Umformer für Steuerstrom
Z Zeitschalter
PSch Prüfschalter
DM Doppelkäfigmotor
B Bremslüftmagnet
N Notausschalter
W Wendeselbstschalter
K Kontakte für Zeitschalterbetätigung
HK Holeknöpfe

Abb. 2. Auf Drehstrom umgestellter Aufzug mit Umformer für die Steuerung.

Digitized by Google

ringerung der Lebensdauer der Röhre in Kauf nehmen, so ist ein dauernd wechselstromseitig eingestellter Glühkathodengleichrichter verwendbar. Für Aufzüge, die nur vorübergehend im Betrieb sind, kann der Gleichrichter ohne weiteres verwendet werden. Anlaufzeit und Lebensdauer der Röhre spielen in solchen Fällen nur eine untergeordnete Rolle. (O. Heyl, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 37.) *Ka.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Stroboskopische Vorrichtung zum Oszillographen und ihre Anwendung zur Untersuchung der Stromverdrängung. — In einem früheren Aufsatz[1] wurde eine oszillographische Methode für die experimentelle Untersuchung der Stromverdrängung in der Nut beschrieben: Zwei federnde Spitzenkontakte, die an der Seitenfläche des Leiters in der Nut vom unteren bis zum oberen Rand glitten, waren mit der Schleife des Oszillographen verbunden. Die Kontaktspannung war also gleich dem Ohmschen Spannungsabfall in der betreffenden Leiterfaser, also proportional der Stromdichte. Da die Kontakte durch Zahnrad und Zahnstange mechanisch mit der Welle der Oszillographentrommel verbunden waren, schrieb die Oszillographenschleife direkt die Veränderung der Stromdichte in Abhängigkeit vom Abstand der Leiterfaser von der unteren Kante des Leiters auf. Mit dieser Methode läßt sich die Stromdichteverteilung sehr schnell und bequem bestimmen, nicht aber die Phasenverschiebung zwischen den Strömen verschiedener Fasern, denn wegen der geringen Trommeldrehzahl wird die Schrift bei normalen Frequenzen so eng, daß ein gleichzeitiges Aufschreiben von zwei Stromkurven mittels zweier Oszillographenschleifen und Ablesen der gegenseitigen Phasenverschiebung nicht mehr möglich ist.

Zur Lösung dieser allgemeinen Aufgabe: Registrierung der Phasenverschiebung zweier verschiedener Ströme gleicher Frequenz mit einem Oszillographen bei sehr geringer Trommeldrehzahl, hat der Verfasser folgendes Verfahren vorgeschlagen, das stroboskopisches Phasen-Registrierverfahren genannt werden kann. Im Wege des schreibenden Lichtstrahles des Oszillographen wird ein kleiner Schwinganker angeordnet, zwischen den Polen eines permanenten Magneten hängend und von einem Elektromagneten erregt, der an eine Wechselstromquelle der gleichen Frequenz wie der zu registrierende Strom angeschlossen ist. Während der Schwinganker vor dem Oszillographenschlitz vorbeischwingt, wird dem schreibenden Lichtstrahl der Weg versperrt, und auf der Stromkurve erscheint ein weißes Phasenzeichen. Bei kleiner Trommelgeschwindigkeit wird die Schrift so eng, daß die Phasenzeichen zu einer Kurve zusammenfließen, und aus dem Verhältnis der Ordinate dieser Kurve zu der dazugehörigen Amplitude erhält man direkt den cos φ.

Mit Hilfe der beschriebenen Apparate wurden Oszillogramme aufgenommen, welche direkt die Stromstärke- und Phasenverteilung in Abhängigkeit von der Höhe im Leiter für verschiedene Leiterabmessungen und Frequenzen wiedergeben. Es wurden Kupferleiter verschiedener Abmessung und Schaltung bei 50 und 100 Hz untersucht. Ein Vergleich der experimentell ermittelten Kurven mit den nach der Fieldschen Formel berechneten zeigt eine genügend genaue Übereinstimmung, nur an den Leiterkanten sind geringe Abweichungen bemerkbar. (A. Moskwitin, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 9, S. 631.)

Beleuchtung.

Blinkende Lampen ohne Schalter. — Im Forschungslaboratorium der GEC ist eine Blinkvorrichtung für Glühlampen entwickelt worden, die gänzlich ohne bewegliche Teile arbeitet. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Kondensator und einer Selbstinduktion mit Eisenkern, die mit der Lampe in Reihe liegen. In dieser einfachsten Schaltung ist das Gerät von der Netzspannung sehr stark abhängig, außerdem auch von dem Widerstand und der Widerstandsänderung der angeschlossenen Glühlampe. Dieser Nachteil ist gänzlich beseitigt, wenn mit Hilfe von Kupferoxyd-Gleichrichtern ein schwacher Gleichstrom dem Wechselstrom überlagert wird. Die Blinkfrequenz kann leicht durch Veränderung eines in diesem Gleichstromkreis liegenden Widerstandes weitgehend verändert werden. Dauerversuche haben das außerordentlich gleichmäßige Arbeiten der Vorrichtung und die große Lebensdauer erwiesen. Ein Versuchsgerät hat bisher mehr als 100 Mill Schaltungen ausgeführt, ohne daß die Frequenz sich merklich geändert hätte. (C. G. Suits, Electr. Wld., N.Y., Bd. 100, S. 1098.) *F. Bn.*

Wolkenschrift. — Das Problem der Wolkenschrift hat neuerdings eine eigenartige und sehr vollkommene Lösung erfahren. Die bisher bekannten Konstruktionen beruhten entweder, ähnlich wie bei Projektionsapparaten, auf der Abbildung von Buchstabenblenden, die mit Hilfe sehr starker Lichtquellen beleuchtet werden, oder auf der direkten optischen Abbildung der Lichtquellen mit Hilfe von großen Parabolspiegeln oder Linsen. Im letzteren Falle sind Lichtquellen erforderlich, die die Form des abzubildenden Buchstabens haben, also z. B. Glühlampen, deren Leuchtkörper in Buchstabenform angeordnet sind.

Bei dem neuen Verfahren[1] wird das Licht einer Bogenlampe von 80 ··· 90 V und 300 A zunächst von einem Parabolspiegel parallel gerichtet. Das parallele Strahlenbündel fällt auf einen um 45 ° zur Spiegelachse geneigten Rahmen, der 260 ebene, in einer Ebene angeordnete Einzelspiegel trägt und das Lichtbündel senkrecht emporrichtet. Diese kleinen Spiegel sind einzeln um kleine Winkelbeträge beweglich und werfen also jeder ein kleines Elementarlichtbündel auf die Wolke. Mit Hilfe einer verwickelten, sehr sinnreichen Mechanik können die Spiegel so gesteuert werden, daß die Lichtstrahlen der einzelnen Spiegel auf der Wolke sich zum gewünschten Bilde, z. B. eines oder mehrerer Buchstaben, vereinigen. Die mechanische Vorrichtung ermöglicht, durch Druck auf einen Knopf nacheinander 20 verschiedene Bilder einzustellen. Bei Gleichrichtung aller Einzelspiegel beträgt die axiale Lichtstärke des Scheinwerfers 3 Mrd Kerzen. Diese Vorrichtung geht zurück auf die Erfindung von J. C. Savage und ist in ihren Einzelheiten von der Firma Henkel & Co. in Düsseldorf durchgeführt worden. Der Spiegel von 2 m Dmr. ist ein Erzeugnis der Siemens-Schuckertwerke. Die gesamte Einrichtung ist in ein Boot — Lichtboot „Persil" — mit dieselelektrischem Antrieb eingebaut. Der 6-Zylinder-Dieselmotor von 200 PS bei 100 U/min treibt einen Gleichstromgenerator von 125 kW Leistung. Die Antriebsmotoren für die beiden Schrauben leisten je 55 kW bei 110 V und 1000 U/min. Zur Stromversorgung während der Liegezeit ist eine Akkumulatorenbatterie vorhanden. *F. Bn.*

Heizung. Öfen.

Die elektrischen Küchen in Römerstadt. — Bekanntlich haben die Versuche der Stadt Frankfurt a. M., in ihrer Siedlung Römerstadt zwangsweise die elektrische Küche einzuführen, zeitweilig heftige Angriffe erfahren. Gemäß einem Beschluß der Stadtverordnetenversammlung, „die Frage der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Haushalts in der Römerstadt zu prüfen", hat der Magistrat der Versammlung eine Denkschrift vorgelegt, der wir folgende Gedankengänge entnehmen:

Von den Vertretern der Bewohner ist wiederholt erklärt worden, daß die technischen Vorzüge der voll elektrischen Haushaltungen stets anerkannt werden, und daß sich die Anträge der Siedler lediglich gegen die Höhe der Stromkosten richten. Den Nachweis zu erbringen, daß die mittleren Monatsrechnungen in der Römerstadt sich unter Voraussetzung gleichwertiger Wohnungen gleicher Bevölkerungschichten und gleicher Ansprüche auch bei anderer Energieversorgung auf gleicher Höhe halten würden, war in ausreichendem Maße zunächst nicht möglich, da Vergleichswohnungen, die den vorstehenden Voraussetzungen entsprochen hätten, nicht in genügender Zahl vorhanden waren. In der Siedlung Praunheim sollte darum eine Vergleichsgrundlage geschaffen werden, indem rd. 400 Wohnungen gleicher Type eine Dreiteilung der technischen Einrichtungen wie folgt erfuhren: 138 Wohnungen wurden mit elektrischem Herd und Kohle-Raumheizofen für die Küche, einem elektrischen Heißwasserspeicher von 25 l für die Küche und einem 25 l-Speicher für eine Sitzbadewanne ausgerüstet. Weitere 138 Wohnungen erhielten Gasherd für die Küche, einen 25 l-Heißwasserspeicher für die Sitzbadewanne, jedoch keinen Raumheizofen und keine Warmwasserversorgung für die Küche. Die restlichen Wohnungen wurden mit Gasherden für die Küche und einem Gasbadeofen für die Sitzbadewanne ausgestattet. Die Heizung des Baderaums erfolgte überall durch einen elektrischen Strahlofen.

[1] Schenfer u. Moskwitin, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 693; Referat in ETZ 1932, S. 1253

[1] Die Unterlagen zu dem Bericht über diese Einrichtungen sind größtenteils der Hauszeitschrift der Firma Henkel & Co. AG., Düsseldorf, 12. Jahrg., H. 3, S. 108 entnommen.

Digitized by Google

Die Bewohner der voll elektrisch eingerichteten Wohnungen dieser Siedlung äußerten sofort volle Zufriedenheit und erhoben auch später keinerlei Beanstandungen. Allerdings konnten sie infolge ihrer kleinen Anzahl sofort ausreichend beraten werden. Außerdem wurde durch die Mitlieferung eines Satzes Spezialgeschirrs vielen Klagen von vornherein begegnet. Ungünstig für den Versuch wirkte sich die Küchenheizungsfrage aus, da etwa ein Drittel der Siedler die Kohleöfen auf eigene Kosten herausreißen und durch einen Kohleherd ersetzen ließen. Während der Heizperiode wurde auf dem Kohleherd gekocht und der elektrische Herd nur bei besonderen Anlässen benutzt. Für die Vergleichswerte mußten deshalb die Wintermonate besonders bewertet werden, da in den beiden übrigen Gruppen zwar die gleichen Klagen laut wurden, aber der Einbau eines Kohleherds unmöglich war. Der mittlere Kochstromverbrauch erreicht in der rein elektrischen Gruppe der Siedlung Praunheim nicht ganz die Werte der Römerstadt, da eine andere soziale Schichtung der Siedler und die merklichen Ersparnisse der in Praunheim mitgelieferten Spezialkochgeschirre verbrauchsenkend wirkten. Insbesondere war der Stromverbrauch für die Warmwasserbereitung erheblich geringer, da die Badeeinrichtung als unzulänglich empfunden wurde. Es zeigt sich also auch hier, daß ein Teil des Energieverbrauchs vor allem dadurch bedingt ist, daß eine zur Benutzung anreizende und dem Bedarf genügende Einrichtung zur Verfügung steht.

Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich auf die 12 Monate von Juli 1930 bis einschließlich Juni 1931. Zum Verständnis der nachfolgenden Zahlentafeln sei noch darauf hingewiesen, daß der Gaspreis in Frankfurt a. M. mit 19 Rpf/m³ berechnet wird. Der Strompreis ist gegliedert. Für einen nach Monat und Wohnungsgröße errechneten Regelverbrauch werden 45 Rpf/kWh und für den Mehrverbrauch 10 Rpf/kWh erhoben, mit Ausnahme des Nachtstromes (22 ··· 6 h), für den 5 Rpf/kWh berechnet werden. Es ergeben sich sodann für das Sommerhalbjahr folgende Durchschnittswerte des Verbrauchs je Wohnung und Monat:

Zahlentafel 1.

	Elektroküche		gemischte Küche		Gasküche	
	3 Pers. RM	4 Pers. RM	3 Pers. RM	3 Pers. RM	3 Pers. RM	4 Pers. RM
Regelverbrauch . . .	0,90	0,90	1,13	1,13	1,13	1,13
Mehrverbrauch . . .	5,80	5,90	0,46	0,57	0,60	0,60
Nachtstrom	2,60	2,75	0,71	0,92	—	—
Gas	—	—	5,51	6,46	6,08	7,41
Hebegebühr	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Summe	9,60	9,85	8,11	9,38	8,11	9,44

Für das Winterhalbjahr, das man jedoch nicht als vergleichbar ansehen kann, ergeben sich folgende Durchschnittswerte des Verbrauchs je Wohnung und Monat:

Zahlentafel 2.

	Elektroküche		gemischte Küche		Gasküche	
	3 Pers. RM	3 Pers. RM	3 Pers. RM	4 Pers. RM	3 Pers. RM	4 Pers. RM
Regelverbrauch . . .	2,25	1,80	2,25	2,25	2,25	2,25
Mehrverbrauch . . .	3,60	4,30	0,83	0,96	1,10	1,10
Nachtstrom	1,55	2,—	0,58	0,63	—	—
Gas	—	—	3,99	4,56	4,75	5,32
Hebegebühr	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Summe	7,70	8,40	7,95	8,70	8,40	8,97

Demnach ergibt sich für dreiköpfige Haushaltungen im Sommerhalbjahr bei den Elektroküchen eine Mehrausgabe gegenüber den beiden anderen Gruppen von 18 %, dagegen für die vierköpfige Haushaltung um 5 % bzw. 4,3 %. Im Winterhalbjahr stellten sich für die dreiköpfigen Haushaltungen die Ausgaben der Elektroküchen um 2,5 % billiger als die gemischten und um 8,3 % billiger als die Gasküchen, dagegen in den vierköpfigen Haushaltungen um 3 bzw. 6,2 % billiger. Berechnet man die Kosten auf das ganze Jahr, so werden die Unterschiede noch geringer, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Zahlentafel 3.

	Haushalt mit	
	3 Personen RM	4 Personen RM
Elektroküche	103,80	109,50
gemischte Küche	96,36	108,48
Gasküche	99,06	110,46

Da die Unterschiede jetzt nur noch 1 ··· 8 %, u. zw. teils zuungunsten und teils zugunsten der elektrischen Haushaltungen sind, sieht es der Magistratsbericht als erwiesen an, daß praktisch bei den gültigen Strom- und Gaspreisen annähernde Kostengleichheit besteht, und man die Zeit der Versuche als abgeschlossen ansehen könne. Für die weitere Entwicklung werde bei gesundem Wettbewerb der Werke die Entscheidung für die eine oder andere Energieart in erster Linie dem Abnehmer zukommen müssen. *Pm.*

Elektrowärme in den V. S. Amerika. — In den V. S. Amerika wendet man bereits seit langem der Elektrowärme großes Interesse zu. Der Umfang ihrer Verwendung steht im Verhältnis zu den großen Bemühungen. Die starke Sättigung der Haushaltungen mit elektrischen Koch- und Heizgeräten, die auch in Deutschland in den letzten Jahren gute Fortschritte gemacht hat, ist bekannt. Der Anschlußwert und damit auch der Verbrauch dieser Geräte ist sehr erheblich; günstig wirkt sich hierbei der kleine Gleichzeitigkeitsfaktor aus. In etwa 1200 Einfamilienhäusern in Philadelphia wurde 1931 im Mittel ein Anschlußwert von 1930 W je Haus festgestellt, wovon 875 W auf Licht und 1055 W auf Geräte entfallen. Die gleichzeitig in Anspruch genommene Höchstleistung betrug je Haus nur 612 W, was einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,32 entspricht. Am Transformator wurden nur noch 228 W — bezogen auf ein Haus — gemessen. Dies entspricht mit Bezug auf die Höchstlast eines Hauses einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,37, auf den Anschlußwert 0,12. Der jährliche Wärmeverbrauch wurde je Haus zu 450 kWh, der Lichtverbrauch zu je 300 kWh bestimmt. Hierin sind elektrische Herde nicht enthalten, deren Verbrauch allein z. B. in Buffalo zu 3000 kWh jährlich ermittelt wurde. In dieser Stadt hat sich der Stromverbrauch der Haushaltungen von 1920 bis 1927 mehr als verdreifacht, während sich die Zahl der angeschlossenen Haushaltungen nur verdoppelte. Der Verbrauch je Haushalt stieg in dieser Zeit von 463 auf 746 kWh/Jahr, was im wesentlichen auf den Anschluß elektrischer Herde zurückzuführen ist, deren Verbrauch 12 % des Gesamtverbrauches aller Haushaltungen ausmacht, während erst 3 % der Haushaltungen elektrische Herde besitzen.

Im Gegensatz zu Deutschland, wo elektrische Backöfen sich nur langsam einführen und hauptsächlich kleinere Speicheröfen für Konditorzwecke verwendet werden, sind in den V. S. Amerika eine Reihe von Großbäckereien mit elektrischen Ketten-Backöfen ausgerüstet. In einer Bäckerei in Boston sind zwei Öfen von 2,75 m Breite und 33,5 m Länge in Betrieb. Jeder Ofen hat 600 kW Anschlußwert und einen monatlichen Stromverbrauch von 175 000 kWh. Die beiden Öfen backen jeder 4200 Laib Brot stündlich und zusammen wöchentlich 750 000 Laib (meist Weißbrot). Die Energie wird mit 13 800 V bezogen und auf 440 V in eigener Transformatorenanlage heruntergespannt. Verwendung finden hierfür drei zusammengeschaltete Einphasentransformatoren. Der Verbrauch der Bäckereien stellt sich auf 90 kWh für 453,6 kg Brot, von denen 80 kWh auf den reinen Backprozeß, der Rest auf Teigbereitung, Abkühlen, Verpackung usw. entfällt. Dies entspricht einem Verbrauch von 19,8 kWh für den gesamten, 17,6 kWh für den reinen Backprozeß je 100 kg Brot. Ein Gasofen gleicher Leistung braucht 5,62 m³ Gas von 4900 Wärmeeinheiten für 100 kg. 1 kWh kostet 0,9 cts (3,78 Pf). 1 m³ Gas kostet 14,8 Pf. Da die 2,2 kWh/100 kg für die Teigbereitung, die Kühleinrichtung und Verpackung auch beim Gasbetrieb verbraucht werden, so kann nur der Verbrauch von 17,6 kWh × 3,48 Pf/kWh = 66,5 Pf je 100 kg Brot in Beziehung gesetzt werden zu dem Gasverbrauch von 5,62 m³ × 14,8 Pf/m³ = 83,2 Pf. Es ergibt sich beim Gasbetrieb eine Mehrausgabe von 16,7 Pf für 100 kg Brot, entsprechend rd. 25 %. Der Wärmeverbrauch beträgt beim elektrischen Backen 15 130 kcal beim Backen mit Gas 22 550 kcal für 100 kg Brot. Der Wirkungsgrad des elektrischen Backofens ist fast doppelt so hoch wie der des Gasbackofens.

Eine New-Yorker Bäckerei, die mit den gleichen Öfen ausgerüstet ist, bezahlt nach einem Grundgebührentarif 1,4 cts/kWh (= 5,88 Pf), wodurch die Kosten für das elektrische Backen höher werden als bei Gasbetrieb. Trotzdem wird von dieser Firma der elektrische Backofen dem Gasbackofen vorgezogen. Umfangreiche Verwendung findet die Elektrowärme weiter in Hotel- und anderen Großküchen.

Auch für industrielle Zwecke wird die Elektrowärme[1] in steigendem Maße angewendet. Beispielsweise betrug

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 970.

Digitized by Google

in Detroit 1927/1928 innerhalb 12 Monaten der Stromverbrauch für industrielle Elektrowärme rd. 184 Mill kWh bei rd. 43 000 kW Gesamtbelastung. Hierbei sind nur große Anlagen berücksichtigt und Anlagen mit eigener Stromerzeugung nicht erfaßt. Im einzelnen betrugen die Anschlußwerte für die verschiedenen Verwendungszwecke

Stahlschmelzen . . .	4 900 kW
Messingschmelzen . .	9 320 „
Wärmebehandlung . .	29 500 „
Lackieren	12 050 „

Nissel.

Installation.

Porzellan-Einführungsköpfe für bleikabelähnliche Leitungen. — Für bleikabelähnliche Leitungen sind Sonderausführungen der sonst gebräuchlichen Rohrständer-Einführungsköpfe aus Porzellan, Guß oder Isolierpreßstoff entstanden, welche den besonderen Verwendungszwecken angepaßt sind. An allen Apparaten, in welche bleikabelähnliche Leitungen eingeführt werden, sind Stopfbuchsverschraubungen erforderlich, die der Stärke des Kabels angepaßt sind, um ein gutes Abdichten der Leitung zu bewirken und das Eindringen von Feuchtigkeit oder schädlichen Dünsten zu verhindern. Die Firma Gebr. Hannemann & Cie., G. m. b. H., Düren-Rhld., stellt Porzellan-Einführungsköpfe für bleikabelähnliche Leitungen in verschiedenen Ausführungen und Größen her[1], u. zw. u. a. solche ohne Klemmen Type „Hape“ (Abb. 3) und mit Anschlußklemmen Type „Hapeka“ (Abb. 4), letztere für Leitungen bis $4 \cdot 25\ mm^2$. Dieselben lasen sich sowohl für Befestigung an Masten, Hauswänden als auch für Rohrständer verwenden. *fi*

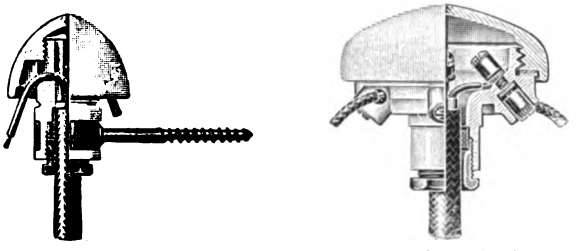


Abb. 3 u. 4. Schnitte durch montierte Einführungsköpfe.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Erfolge der französischen Südbahnelektrisierung. — Bemerkenswerte Mitteilungen über Betrieb, technische und wirtschaftliche Erfolge der elektrisierten Südbahnstrecken machte Bachellery vor der Vereinigung der französischen Zivilingenieure. Von der gesamten Netzlänge dieser Bahn von 4290 km werden in Kürze 1862 km unter elektrischem Betrieb stehen. 1931 wurde der Abschnitt Béziers—Neussargues auf elektrischen Betrieb umgestellt; es folgen nunmehr Bordeaux—Pointe de Grave und das große Teilstück Montauban—Sète (Cette) der Hauptlinie Bordeaux—Sète. Die ausschließlich mit Wasserkraft betriebenen bahneigenen Kraftwerke setzen gegenwärtig 200 Mill kWh um, ihre Leistungsfähigkeit ist indessen doppelt so groß. Es bestehen 2 Werke am Têt in den Ostpyrenäen, die Werke von Eget mit 25 000 kW, von Artouste, Miègebat und Hourat mit zusammen 90 000 kW. Drehstrom von 60 kV, 50 Hz, wird an die längs den betreffenden Strecken im Abstande von 20 ··· 25 km verteilten Unterwerke[2] abgegeben. Die Anschlüsse, die weiter als 300 km von den Werken entfernt liegen, erhalten ihren Strom aus den Umspannwerken Lannemezan und Laruns, die aus den Kraftwerken Höchstspannung von 150 kV erhalten und die Energie von 150 auf 60 kV herabsetzen, um sie dann erst den Unterwerken Dax, Bordeaux, Portet-Saint-Simon (Toulouse) und Saint-Victor (Millau) zuzuführen. 27 Unterwerke arbeiten selbsttätig, insofern als das Anlassen und Abstellen der Umformer selbsttätig geschieht; hingegen werden alle Handhabungen an den Hochspannungsgeräten von Hand besorgt. Als Lokomotiven finden in der Hauptsache solche der Bauart BoBo Verwendung: Leistung 1400 PS/h bei 90 km/h Höchstgeschwindigkeit, Gewicht 71 t. Die 4 Nasenmotoren erhalten je nach Verwendung im Personen- oder Güterzugdienst verschiedene Zahnradübersetzungen. Elektrische Widerstands- und Nutzbremsung wird verwendet. Bekannt sind hier[1] die zehn Schnellzuglokomotiven 2 Co 2, mit Vertikalmotoren. Auf den Seitenstrecken verkehren 43 vierachsige Motorwagen von je 500 PS/h.

Von der gesamten Fahrleistung der Südbahn von 35 Mill Zug-km im Jahre entfallen z. Z. 12 Mill auf die elektrische Zugförderung. Es konnte die mittlere Zuggeschwindigkeit erhöht werden, und die geringeren Betriebsaufwendungen gestatteten eine erhöhte Zugfolge. Wesentlich erhöht wurde auch die Zuglast. Die Fahrpläne konnten besser innegehalten werden, die Bahnhöfe bleiben sauberer. Die Zahl der Betriebstörungen ist gegenüber dem Dampfbetriebe nicht gestiegen. An diese unmittelbaren Vorteile des elektrischen Betriebes knüpft die Gesellschaft die folgenden: Als Eigentümerin der großen Kraftwerke und des weitverzweigten Stromnetzes kann sie Strom sehr preiswert an Fremde abgeben. Sie ist beteiligt an einer „Vereinigung der Stromerzeuger der West-Pyrenäen“, einer Gruppe von 9 Teilhabern mit 20 Kraftwerken von insgesamt 1000 Mill kWh im Jahre. Diese Vereinigung liefert Strom für elektrochemische Zwecke, wie die Erzeugung von Stickstoff- und Phosphatdünger, Salpetersäure, Eisenlegierungen, Aluminium usw. — Die investierten Kapitalien für die Elektrisierung betragen 310 Mill Fr. für die Kraftwerke, 185 Mill für die 150 kV-Fernübertragungen und Trafoposten, 578 Mill für die 60 kV-Übertragungen, die Unterwerke und Fahrleitungsanlagen; zus. 1100 Mill Fr., deren Kapitaldienst etwa 92 Mill jährlich verschlingt. Demgegenüber steht eine Kohlenersparnis von 51 Mill und eine solche beim Fahr- und Unterhaltdienst von etwa 15 Mill. Hinzu kommen etwa 30 Mill aus dem Gewinn an der genannten „Vereinigung“; im ganzen etwa 96 Mill, so daß ein Aktivum von 4 Mill Fr herausspringt. Da die Elektrisierung Montauban—Sète einen gleichgroßen Gewinn verspricht, verfolgt die Bahngesellschaft sehr eifrig ihr weiteres Umbauprogramm. (M. Bachellery, Génie civ. Bd. 97, S. 547.) *Mal.*

Bergbau und Hütte.

Fahrdrahtentlastende Aufhängevorrichtung für elektrische Oberleitungen. — Der patentamtlich geschützte fahrdrahtentlastende Isolator der Firma Nelken & Co., G. m. b. H., Essen, (Abb. 5) ist gleichzeitig als elastische Fahrdrahtaufhängung durchgebildet. Die Bauhöhe eines gewöhnlichen Isolators wird durch den Wegfall eines besonderen Zwischenstückes nicht überschritten, so daß Änderungen in der allgemein üblichen Streckenhöhe nicht eintreten. Die Elastizität und Nachgiebigkeit aber ist durch das Ineinandergreifen mehrerer Einzelglieder so weitgehend, daß alle Bewegungen, die zu Verbiegungen und Knickungen des Fahrdrahtes führen können, innerhalb des Isolators selbst aufgefangen werden können, ohne Auswirkung auf den Fahrdraht. Die Isolation wird durch das aus Isolierstoff bestehende, mit einem Doppelglockenrand ausgestattete Zwischenglied erreicht. Die Isolierung der Feder geschieht durch besondere Isolierstücke. Die übrigen Teile bestehen aus Temperguß. Der Deckel des Isolators ist gegen den Befestigungsbolzen isoliert, so daß auch im Falle des Abgleitens des Stromabnehmerbügels vom Fahrdraht eine Weiterleitung der Spannung nicht möglich ist, wenn der Deckel selbst in einem solchen Falle unter Spannung zu stehen käme. Der Isolator, der in 3 Längen von 105, 120 und 140 mm Baulänge hergestellt wird, enthält kein Porzellan, keine Kittung o. dgl. und hat somit eine sehr hohe Lebensdauer. Da die Einzelteile auswechselbar sind, werden auch in wirtschaftlicher Hinsicht Vorteile geboten. Die neueste Ausführung der fahrdrahtentlastenden Aufhängevorrichtung ist ganz aus Isolierstoff her-

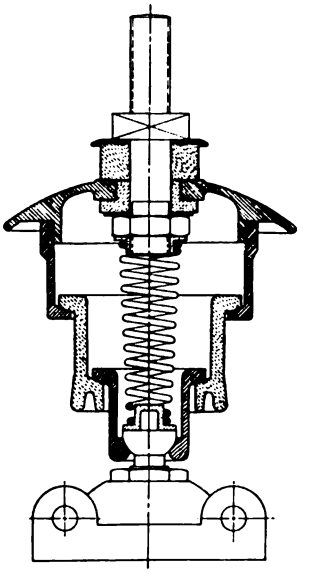


Abb. 5. Schnitt durch den federnden und beweglichen Fahrdraht-Grubenisolator, Bauart Nelken.

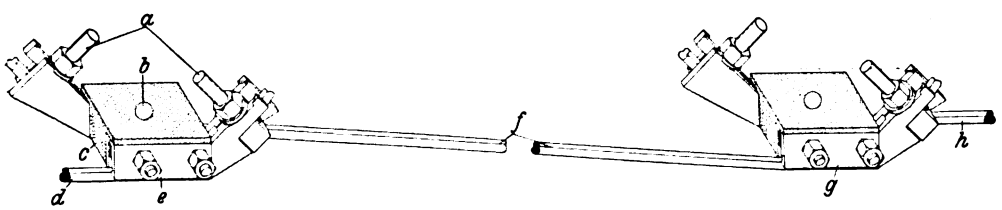
[1] Vgl. Sonderliste Nr. 180 der Firma, die von der letzteren an Interessenten kostenlos abgegeben wird.

[2] Vgl. auch ETZ 1925, S. 833.

[1] ETZ 1926, S. 1076.

Digitized by Google

gestellt; die einzigen Metallteile sind die Feder, der obere und untere Aufhängebolzen. Dadurch, daß die Ausführung nur aus Isolierstoff besteht, konnte die Baulänge gegenüber der früheren Temperguß-Ausführung noch herabgesetzt werden, da die komplizierten Isolierstücke, die früher notwendig waren, um die notwendige doppelte Isolierung gegen Erde zu erreichen, wegfallen. Trotz des höheren Preises dieser Isolatoren gegenüber den gewöhnlichen Ausführungen ermöglichen sie wegen ihrer hohen Lebensdauer und wegen der jederzeitigen und billigen Auswechselbarkeit der Einzelteile erhebliche Ersparnisse. Nach den Bestimmungen der Bergbehörde über die Errichtung der elektrischen Fahrdraht-Lokomotivförderung unter Tage muß an allen abschaltbaren Stellen des Fahrdrahtes eine Streckentrennung erfolgen. Sie muß in der Weise geschehen, daß zwischen dem Fahrdraht ein von dem eigentlichen Fahrdraht unabhängiges Trennstück eingeschaltet wird. Im allgemeinen wird die Streckentrennung durch Einschaltung von sog. Isoliermuffen hergestellt. Diese Muffen haben jedoch den Nachteil, daß an den Stellen eine Abweichung der Stromabnehmerbügel aus der Fahrdrahtebene stattfindet, weil die Muffen bedeutend stärker sind als der Fahrdraht. Obwohl der Übergang durch geeignete Anlaufarme usw. abgeschwächt



a Befestigungsschrauben für die abgebogenen Fahrdrahtenden
b Befestigungsloch für den Isolator
c Isolierzwischenstück mit Abdeckplatte als Schutz gegen Überlagerung von Feuchtigkeit und Schmutz
d ankommender Fahrdraht
e Endklemme I
f spannungsloses Trennstück für den Fahrdraht
g Endklemme II
h abgehender Fahrdraht

Abb. 6. Endklemme mit Isolieranlage, Bauart Nelken.

wird, findet doch eine Ablenkung statt, wodurch die Bildung von Funken begünstigt wird. Außerdem ist ein Stromabnehmerbügel für kurze Zeit unter dem isolierten Stück der Isoliermuffe, wodurch nur ein Stromabnehmerbügel in Tätigkeit ist und Flammbogenerscheinungen auftreten können. Diese kommen besonders beim Übergang von dem spannungführenden Draht auf das Isolierstück vor. Es entstehen Schmorstellen, die bald die Isolierung stark angreifen und Einbrennungen verursachen. Hierdurch aber werden starke Funkenbildungen veranlaßt, die ein häufiges Auswechseln des beschädigten Teils notwendig machen. Öfter geschieht eine andere Streckentrennung auch dadurch, daß die getrennten Enden der Oberleitung durch besondere Abspannungen abgefangen werden und das Trennungstück besonders neben der Oberleitung verlagert wird. Diese Anordnung ist einmal durch das Abspannen der Fahrdrähte sehr umständlich; sodann ist sie durch die Verwendung der erforderlichen Abspannungen mit doppelter Isolation sehr kostspielig. Außerdem gelingt es fast nie, das Trennstück neben der Fahrleitung derart zu verlegen, daß kein merklicher Übergang vorhanden ist. Naturgemäß begünstigen diese Stellen dann immer die Bildung von Funken. Die in Abb. 6 dargestellte, der genannten Firma ebenfalls patentamtlich geschützte Endklemme mit Isoliereinlage ist einfach in der Ausführung; ein weiterer Vorzug ist die leichte Einbaumöglichkeit. Im Verhältnis zu den bisherigen Ausführungen sind auch die Anschaffungskosten geringer. Der Fahrdraht und das Trennstück werden in einer gemeinsamen Klemme befestigt, wodurch die Gewähr dafür geboten wird, daß der Fahrdraht und das Trennstück zwangsläufig in einer Ebene liegen. Ein Übergangswiderstand kann sich also nicht bilden, wodurch auch Funken unterbunden werden. Die Enden des Fahrdrahtes werden mit den Enden des Trennstückes durch besondere Hakenschrauben nach oben gezogen; hierdurch wird die Klemmwirkung der Endklemmen erhöht. Fahrdraht und Trennstück werden durch eine besondere Isolierzwischenlage gegeneinander isoliert. Die ganze Klemme ist außerdem von einer Isolierstoffplatte überdeckt, so daß auch im Laufe der Zeit bei Einwirkungen von Staub, Feuchtigkeit usw. ein Stromübergang nicht stattfinden kann. Besonders muß noch hervorgehoben werden, daß die Endklemmen keinen Verschleiß aufweisen, da die Endklemme selbst vom Stromabnehmer nicht berührt wird. (Elektr. im Bergb. 1931, S. 37.) *Sgm.*

Landwirtschaft.

Die Elektrisierung der französischen Landwirtschaft mit Hilfe des Staats. — Ende vorigen Jahres hat die Fédération nationale des Collectivités d'Electrification et d'Améliorations rurales in Paris einen Kongreß (Congrès des Améliorations rurales) veranstaltet, bei dem das Bestreben, die Verwendung elektrischer Arbeit in der Landwirtschaft zu erleichtern und zu steigern, in zahlreichen, z. T. recht beachtenswerten Berichten zum Ausdruck kam. Man ersieht aus ihnen — auf die technischen und betrieblich-administrativen Verbesserungsvorschläge und Entschließungen kann hier nicht näher eingegangen werden — u. a., daß der Erfolg (rendement) der landwirtschaftlichen Netze gewöhnlich zwischen 40 und 70 %, im Mittel bei 50 % liegt. In einem von dem betreffenden Referenten besonders untersuchten, zehn Jahre bestehenden Netz betrug der Elektrizitätsverbrauch je Einwohner 1924 nahezu 25 kWh, 1929 aber schon etwas über 41 kWh. Die Selbstkosten der elektrischen Energie stellten sich an den Klemmen der Abnehmerzähler auf 45 % des Verkaufspreises, während der Rest zu 17 % auf Betriebskosten und fiskalische Abgaben, zu 14 % auf Unterhaltung und Befestigung (consolidation) der Masten, zu 16 % auf Kapitalkosten, Verzinsung und Amortisation, schließlich zu 8 % auf Mastenersatzlager entfiel. Einer der Berichte behandelte besonders die in der Gegend von Paris schon vor dem Krieg aufgenommenen Versuche mit elektrischen Pflügen, denen zufolge durchschnittlich mit 125 PS ein vierschariger Pflug in 10 Stunden 5 ha und ein solcher zu sechs Scharen 7,5 ha bewältigen kann (20 bis 30 cm Furchentiefe). Der Energiebedarf schwankt natürlich entsprechend der Bodenbeschaffenheit und den atmosphärischen Verhältnissen, im allgemeinen aber bei 30 cm Tiefe zwischen 70 und 130 kWh/ha. Im einzelnen hat ein Pariser Unternehmen je Hektar für Arbeitsleistung 23,84, für Strom 12,79, für Material 3,88 und für Unterhaltung 16,17, insgesamt also 56,68 RM[1] aufzuwenden gehabt. An diesen Bericht knüpfte der Kongreß u. a. die Forderung, daß das Parlament den Zinsfuß der vom Crédit agricole den Pfluggemeinschaften gewährten Darlehen von 3 auf 2 % herabsetze, der Crédit agricole die Amortisationszeit von 10 auf 20 Jahre und die Höhe der Darlehen von 66 auf 75 % steigere, daß ferner der Service du Génie rural die Syndikate der Grundbesitzer zwecks Errichtung von Pflügeleitungen stärker unterstütze.

Damit kommen wir zu dem Gegenstand dieses Referats, die Subventionen und Darlehen. Anfangs 1924 wurde der Beitrag des Staats zu den Gesamtkosten der damals vom Ackerbauministerium vorgesehenen Arbeiten auf 30 % festgesetzt, und 1928 hat man bestimmt, daß die Regierungsubvention zu den Projekten, für deren Ausführung je versorgten Einwohner mehr als 66 RM erforderlich seien, 33 % betragen solle. Um die Elektrisierung von Weilern und entlegenen Höfen zu erleichtern, beschloß das Parlament 1929 eine Staatshilfe von 50 % für den Bau von Ergänzungsleitungen (réseaux complémentaires), und endlich haben diese Sätze 1930 eine weitere Erhöhung erfahren. Im Jahr 1920 betrugen die Subventionsgesuche nach heutigem Kurs rd. 27 600 RM, 1930 erreichten sie die Summe von annähernd 72,6 Mill RM, wovon insgesamt 47 Mill RM Bewilligung gefunden haben. Auf diese zehn Jahre, in denen 25 000 Gemeinden elektrisiert worden sind, entfällt eine Beteiligung des Staats an den Kosten der Versorgung des flachen Landes von rd. 0,18 Mrd RM. Nach Angabe des Berichterstatters entbehrten damals noch etwa 13 000 Gemeinden der Verteilungsnetze, die sie bei dem gegenwärtigen Fortschreiten von 1500 bis 2000 Gemeinden jährlich aber in wenigen Jahren erhalten werden. Dann bleibt noch das schwierige Problem des Anschlusses stark abgelegener Ortschaften (écarts). Was nun die durch Vermittlung der Caisse nationale du Crédit agricole gewährten, mit 3 % verzinslichen Darlehen betrifft, so besagt der von diesem Institut für 1930 erstattete Bericht, daß die seit dem Erlaß des

[1] 1 RM = 6,06 Fr.

Digitized by Google

grundlegenden Gesetzes von 1923 gewährten Darlehen bis Ende 1930 einen Wert von 67,207 Mill RM erreicht und den Bau von Verteilungsnetzen in 6650 Gemeinden mit 3,37 Mill Bewohnern ermöglicht haben. Diese Summe erhöht sich auf 71,68 Mill RM, wenn man die sechzig langfristigen Vorschüsse berücksichtigt, die die Caisse nationale Elektrizitätsgenossenschaften schon auf Grund des Gesetzes von 1920 bewilligt hat. 1930 wurden mit Hilfe von 114 Darlehen im Gesamtwert von 21,159 Mill RM 974 Gemeinden bzw. 0,5 Mill Landbewohner neu angeschlossen. Nach den Angaben von 136 Genossenschaften, deren Verteilungsnetze über 3000 Landgemeinden speisen, betrug der Stromverbrauch 1930 806 kWh je 1 km Leitung, u. zw. 240 für Kraftkonsum und 557 kWh für Beleuchtung; 103 kWh entfielen auf den Abnehmer (32 für Kraft, 71 für Licht) und 17,5 kWh auf jeden Einwohner der angeschlossenen Gemeinden (5,4 für Kraft, 12,1 für Licht und Haushalt). Der Kongreß hat weitere Maßnahmen zugunsten der landwirtschaftlichen Elektrisierung im Sinn des Gesetzes von 1923, vor allem aber eine zweckmäßigere Gestaltung der Tarife angeregt. (Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 143 ff; Bd. 31, S. 107 B.) *fm.*

Fernmeldetechnik.

Fernsprech-Wählerbetrieb. — Beim Telegraphenamt Freiburg (Breisgau) ist das im Jahre 1921 von Siemens & Halske aufgestellte Selbstanschlußamt für 4000 Anschlüsse (Schleifensystem ohne Steuerschalter im LW) im Juni 1932 zum zweiten Male um eine 2000-Gruppe erweitert worden. Zur Ersparung von Kosten hat man diesmal von der Neuanfertigung von Wählern alter Bauart abgesehen und Wählereinrichtungen verwendet, die in einem anderen großen SA-Amt entbehrlich geworden sind. Die neu aufgestellte Gruppe umfaßt:

20 Gestelle mit je 100 I. VW und je 10 LW,
2 Gestelle mit je 80 II. VW,
5 Gestelle mit je 20 I. GW und 1 Gestell mit 10 I. GW für Münzfernsprecher mit Flackerzeichenanruf,
4 Gestelle mit je 30 II. GW,
1 Übertragergestell für Münzfernsprecher und
1 Verteilergestell für II. VW—I. GW.

Für die Zwecke der Abschaltung bei den I. VW wurde deren 10. Schritt benutzt. Die Unterbrecherströme zum Antrieb der I. und II. VW werden von Relaisunterbrechern geliefert, die I. und II. GW sind an die Unterbrechermaschinen des I. Ausbaues (Federunterbrecher und Kollektor-Unterbrecher) angeschlossen. — Bei der Abnahme des neuen Amtsteiles entsprach dessen Betriebsgüte derjenigen der vorhandenen Wählergruppen. Här.

Dämpfung und Winkelmaß von Vierpolen mit geringen Verlusten. — Die für die praktische Fernmeldetechnik so bedeutsam gewordenen Siebketten werden in der Theorie der Kettenleiter in erster Näherung unter der Annahme behandelt, daß die Verlustwiderstände der in ihnen enthaltenen Spulen und Kondensatoren vernachlässigt werden können. Will man den Anforderungen der Praxis entsprechend diese Verlustgrößen berücksichtigen, so bietet ein von H. F. Mayer angegebenes Verfahren[1] einfache Näherungsformeln für die Dämpfung und das Winkelmaß von Siebketten mit geringen Verlusten. Diese Formeln sind unter der Voraussetzung abgeleitet, daß alle in einer Siebkette enthaltenen Spulen die gleiche Zeitkonstante $\tau = L/R$ und alle Kondensatoren den gleichen Verlustwinkel $\delta \approx G/\omega C$ besitzen; sie gelten ferner nur für Siebketten und auch bei diesen nicht in der Nachbarschaft der Grenzen des Durchlaßbereichs und an diesen Grenzen selbst. Demgegenüber erweitert die Arbeit von A. Feige und F. Holzapfel die Ergebnisse der Mayerschen Arbeit nicht nur auf Kreuzglieder und überbrückte T-Glieder, sondern sogar auf beliebige symmetrische und unsymmetrische Vierpole, die aus Reaktanzen bestehen und deren Spulen und Kondensatoren geringe Verluste, gleiche Zeitkonstanten und gleiche Verlustwinkel haben. Für alle diese Schaltgebilde wird gezeigt, daß sich ihr Übertragungsmaß g als Funktion des Ausdrucks

$$z = \left(j\omega + \frac{1}{\tau}\right)(j\omega + \omega\delta)$$

darstellen läßt. Die so gewonnenen Formeln werden zur Berechnung des Dämpfungs- und des Winkelmaßes im Durchlaß- und im Sperrbereich der Drossselkette, der Kondensatorkette, des Doppelsiebs, einer Frequenzsperre und eines Kreuzglieds angewendet und auch der Geltungsbereich der Formeln wird (am Beispiel des Doppelsiebs) erörtert. Da diese Formeln herleitungsgemäß nur bis in die Nähe der Durchlaßgrenzen gelten, nicht aber an den Grenzen selbst und in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft, so ist die in der Arbeit durchgeführte Aufstellung vereinfachter Formeln für Dämpfungs- und Winkelmaß an und nahe jenen Grenzen besonders zu begrüßen; auch hierfür werden Beispiele (Drosselkette und Doppelsieb) gegeben. — Im Laufe der Abhandlung sind einige allgemeine Sätze über Sperr- und Durchlaßbereich von Vierpolen aus Reaktanzen bewiesen, so der Satz, daß der Kennwiderstand bei allen verlustfreien Vierpolen stets im Durchlaßbereich reell, im Sperrbereich imaginär ist. (A. Feige u. F. Holzapfel, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 179.) *But.*

[1] H. F. Mayer, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 2, S. 335 (1925).

Zur Physiologie des Fernsehens. — Beim Vergleich eines Fernsehbildes mit dem Original dürfen nicht die wirklichen, sondern die vom Auge wahrgenommenen scheinbaren Beleuchtungstärken betrachtet werden. Nach dem Weber-Fechnerschen Gesetz empfindet das Auge ungefähr nach einer Exponentialkurve. Mit Hilfe dieser Kurve sind am Sender und Empfänger die wirklichen Beleuchtungstärken durch die scheinbaren zu ersetzen. Dies wird an dem Beispiel einer vertikalen Begrenzungslinie zwischen zwei verschieden hellen Flächen rechnerisch durchgeführt. Es zeigt sich, daß das vom Auge wahrgenommene Bild wesentlich schärfer ist als das tatsächliche. Insbesondere erfolgt der Anstieg der scheinbaren Beleuchtungstärke am Empfänger aus dem dunklen Teil um so schneller, je größer der Unterschied der scheinbaren Beleuchtungstärken am Sender ist. Das Fernsehbild erscheint also um so schärfer, je größer die Kontraste sind. Außerdem sind die helleren Bildflächen gegenüber den dunkleren Flächen verbreitert.

Hieraus folgt, daß eine in allen Richtungen stetige Fernseh-Abbildung, wie sie durch Verschiebung der Zeilenlagen erzielt wird, gegenüber der normalen Fernseh-Abbildung erhebliche Vorteile bietet. Dies wird experimentell durch Modellversuche nachgeprüft. Das Modell besteht aus einer großen runden Holzscheibe, in die zahlreiche auf einer Spirale liegende kleine Löcher gebohrt sind. Zu beiden Seiten sind die Löcher mit dünnem Zeichenpapier verklebt. Auf eine Seitenfläche wird das zu sendende Bild projiziert; auf der anderen Seite erscheint das Fernsehbild, wenn die Scheibe in schnelle Rotation versetzt wird. Diese Bilder sind zum Teil photographiert worden. Sie bestätigen die obigen Ergebnisse. Zum Schluß wird gezeigt, wie die Bildfehler durch Hervorhebung der dunklen Partien an den Grenzen verringert werden können. — Das Fernsehverfahren der Zeilenverlagerung ist in der neueren Zeit auch praktisch im Reichspostzentralamt ausgeführt worden. Wahrscheinlich wird es insbesondere für Projektionsempfänger erhebliche Bedeutung bekommen (E. Hudec, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 544.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Überschlag-Feldstärke von Isolatoren. — Nach der bisher herrschenden Ansicht ist die Überschlag-Feldstärke eines Isolators stets kleiner als die Durchschlag-Feldstärke einer isolatorfreien Elektrodenanordnung. Nach neueren Versuchen wird gefunden, daß die Entladung in der Grenzschicht zwischen Elektroden und Isolatoren durch vorzeitige Ionisation die numerische Abweichung zwischen Durchschlag- und Überschlag-Feldstärke zur Folge hat. Mit exakten Isolatoren aus allen gebräuchlichen Dielektriken werden stets reproduzierbare Werte der Überschlag-Feldstärke im homogenen Felde gemessen, die gleich sind den Werten der Durchschlag-Feldstärke des Feldes selbst. Der Übergang der Durchschlagsentladung des Feldes bei Vorhandensein eines Isolators in die Oberflächen-Gleitentladung wird nur durch die relative Feuchtigkeit bedingt. Im allgemeinen wird bis zu Werten der relativen Feuchtigkeit von 50 % stets der reine Luftdurchschlag erreicht, oberhalb dieser Feuchtigkeit geht die Durchschlagsentladung je nach der Oberflächenbeschaffenheit der Isolatoren mehr oder weniger plötzlich in die Form der Gleitentladung über.

Es wird gezeigt, daß der Übergang der Durchschlagsentladung in die Gleitentladung an Isolatoren kapillarer Oberflächen durch deren feuchtigkeitsbindende Eigenschaften nicht auftritt. Solche hygroskopischen Isolatoren, z. B. aus geschichtetem Kunstharzpapier, ergaben selbst nach Stunden in gesättigtem Wasserdampf noch den Wert des reinen Luftdurchschlages ohne Auftreten

Digitized by Google

von Glimm- und Gleitentladungen. Die Werte der Überschlag-Feldstärke im gleitentladungsfreien Bereich $f_{rel} < 50\,\%$ erfüllen das Paschensche Gesetz und steigen mit zunehmender absoluter Feuchtigkeit. Im Bereich der Oberflächen-Gleitentladung $f_{rel} > 50\,\%$ sind deren Minimalwerte von Feldform und Isolatoreneigenschaften in hohem Maße unabhängig und daher als Berechnungsgrundlage für technische Isolatoren geeignet. (H. Ritz, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 58.)

Werkstatt und Baustoffe.

Rhenium. — Das Rhenium ist ein erst in neuerer Zeit näher bekannt gewordenes, sehr schwer schmelzbares Metall. Sein Grammpreis betrug 1928 noch etwa 40 000 RM, fiel 1929 auf 200 RM, Ende 1930 auf 13 RM, so daß es zufolge der früheren hohen Preise erst kürzlich eingehender untersucht werden konnte. Diese Untersuchungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Rheniums wurden in der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung des Osram-Konzerns von C. Agte, H. Alterthum, K. Becker, G. Hayne und K. Moers im Frühjahr 1930 ausgeführt und K. Moers hat über dieselben Ende 1930 zusammenfassend berichtet (Z. anorg. allg. Chem. Bd. 196, H. 2, 1931, S. 129). Danach gelingt die Herstellung von Rheniummetall durch Reduktion des aus sublimiertem Re_2O_7 und Re_2O_8 mit H_2S erhaltenen Sulfids, des gefällten Sulfids, des $KReO_4$, der Rheniumoxyde sowie des $(NH_4)ReO_4$. Besonders einfach und ausbeutereich ist die Reduktion des $KReO_4$. Durch Elektrolyse ist es nur in sehr geringen Mengen als kathodischer Überzug zu gewinnen. Die Abscheidung von Rheniummetall aus der Gasphase gelingt durch Zersetzung der Rheniumchloride am glühenden Wolframfaden. Die Aufwachsung ist bei 1000 ··· 1600 ° abs. nicht sehr dicht. Der Aufwachsdraht ist weich und duktil wie Kupfer bei einem Einkristallfadenkern aus Wolfram und sehr hohen Reduktions-Temperaturen. Bei Fadentemperaturen von 1800 ° abs. aufwärts ist der Niederschlag metallisch glänzend und völlig zusammenhängend dicht. Hochgesintertes Rhenium besitzt eine gewisse Kaltduktilität, es läßt sich warm schmieden, hämmern und walzen. Aufwachsdrähte sind auch kalt leicht verformbar. Die Zugfestigkeit eines Aufwachsdrahtes ergab sich zu 50,6 kg/mm², die Dehnung zu 24 %. Die Elektronenemission ist zwischen 1900 ° und 2700 ° abs. bei Rhenium nur ⅛ ··· ¼ so stark wie bei Wolfram. Der Schmelzpunkt des Rheniums liegt um etwa 250 ° tiefer als der des Wolframs, nämlich zwischen 3380 ° und 3500 ° abs., sein spezifischer Widerstand ist bei Zimmertemperatur viermal größer als beim Wolfram; während letzteres diesen Wert bei etwa 2500 ° abs. auf das 13,5fache erhöht, vergrößert sich beim Rhenium der Zimmertemperaturwert auf das Sechsfache. Bei dieser Temperatur ist der spezifische Widerstand des Rheniums etwa 1,7mal größer als derjenige des Wolframs. Rhenium löst sich leicht in HNO_3, langsam in H_2SO_4, praktisch nicht in HF und HCl. Es ist bei hohen Temperaturen nicht unerheblich edler als Wolfram in bezug auf Stabilität gegenüber oxydierend wirkenden Gasen, auffallend passiv ist es in angefeuchtetem Wasserstoff. Nach DRP. Nr. 527 105 der Siemens & Halske AG. wird Rhenium zur Verwendung als Metallüberzug, insbesondere für Glühfäden, vorgeschlagen (Vorschlag von W. und I. Noddack, Berlin.) *Dtz.*

Verschiedenes.

Elektrotechnische Neuerungen. — Die in der ersten Märzwoche 1933 im Hause der Elektrotechnik zu Leipzig stattfindende Frühjahrsausstellung wird wieder eine Fülle von Neuerungen der elektrotechnischen Industrie aufweisen. Wer über seine Neuerungen noch nichts veröffentlicht hat, tut gut, einen kleinen Originalbericht mit Abbildungen für das Frühjahrsmesseheft der ETZ bis spätestens 27. I. 1933 an die „Schriftleitung der ETZ", Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu senden. Nach dem 1. Februar 1933 können Einsendungen nicht mehr berücksichtigt werden.

Bücherei und Archiv der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft. — Die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft gestattet allen am Rundfunk Interessierten die Benutzung ihrer Bücherei und ihres Archivs unentgeltlich. Ein geräumiger Leseraum steht den Besuchern an Wochentagen von 9 bis 16 Uhr (Sonnabends von 9 bis 12 Uhr) offen. Die Bücherei umfaßt mehrere tausend Bände von Schriften über den Rundfunk, seine Technik, Funkrecht usw. Das Archiv verfügt über etwa 200 in- und ausländische Zeitschriften der entsprechenden Gebiete. Ferner ist eine Sammlung der Funkgesetze von etwa 50 Staaten vorhanden. Ein der Pressestelle angegliedertes Zeitungsarchiv enthält rd. 9000 Abhandlungen über den Rundfunk aus deutschen und fremdsprachigen Tageszeitungen von der Zeit der ersten Anfänge des Rundfunks bis zur Gegenwart. Die Bücher und Zeitschriften dürfen nur in der Bücherei selbst benutzt werden. *RPZ.*

Neue Auslandsnormen. — Amerika (American Institute of Electrical Engineers, 33 West 39th Street, New York):

A. I. E. E. No. 30 „Definitions and general standards for wires and cables."

A. I. E. E. No. 72 and 73. „Specifications for weatherproof wires and cables and heat-resisting wires and cables."

Belgien

(Comité Electrotechnique Belge, 154 Rue Royale, Brüssel):

Rapport No. 50. „Conditions auxquelles doivent satisfaire les interrupteurs, prises de courant et coupe-circuit à fusibles enfermés pour installations basse tension." Mai 1932.

England

(British Standards Institution, 28 Victoria Street, Westminster, London S. W. 1):

No. 161—1932. „British Standard Specification for Tungsten Filament Electric Lamps."

No. 233—1932. „British Standard Glossary of Terms used in Illumination and Photometry."

No. 456—1932. „British Standard Specification for Track-Circuit Insulation."

No. 466—1932. „British Standard Specification for electric-overhead travelling cranes. (Power driven in all motions)."

Frankreich

(Union des Syndicats de l'Electricité, 54 Avenue Marceau, Paris):

Publication No. C—1 „Vocabulaire Electrotechnique."

„ No. C—2 „Symboles internationaux concernant l'électrotechnique."

„ No. 21 „Normalisation des tensions inférieures à 100 volts."

„ No. 56 „Normalisation des fils de cuivre nus cylindriques à section droite circulaire."

„ No. 60 „Règles d'établissement des disjoncteurs adaptés aux installations d'éclairage aux applications électrodomestiques et spécialement destinés aux tableaux de contrôle de première catégorie."

„ No. 61 „Règlement concernant l'emploi des prises de courant et raccordements amovibles sur lignes aériennes."

„ No. 73 Normalisation des prises de courant pour véhicules électriques a accumulateurs."

„ No. 91 „Unification des boites à bornes des compteurs d'énergie électrique à courant alternatif monophasé à 2 fils et triphasé à 3 et 4 fils."

„ No. 95 „Normalisation des diamètres des conducteurs de cuivre."

„ No. 98 „Unification des dimensions des bases et dalles en marbre, ardoise ou autre matière isolante employées pour le gros appareillage électrique."

„ No. 131 „Règles techniques pour la fourniture des machines électriques."

„ No. 137 „Règles à appliquer pour l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances."

„ No. 145 „Normalisation des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé."

„ No. 148 „Normalisation des sections des barres de cuivre et d'aluminium pour tableaux de distribution."

„ No. 149 „Normalisation des fils et cables en aluminium."

„ No. 168 „Règles de normalisation du gros appareillage électrique."

„ No. 177 „Normalisation des fils meplats."

Digitized by Google

Publication No. 185 „Normalisation des gammes d'intensités de courant pour l'appareillage électrique."
„ No. 188 „Cables armés isolés au papier imprégné."
Fascicule 28 „Spécification d'un cuivre-type recuit."
Fascicule C—5 „Conditions d'uniformisation des types de matériel et de courant employés par l'industrie électrique."

Holland

(Centraal Normalisatie Bureau, Den Haag, Koningskade 23):

Normblätter — N 160 (Neue Ausgabe) Kabelzubehörteile, Montage von Muffen (maximal zulässige Spannungen von 10 000 V).
— N 218 2-,3- und 4adrige Starkstromkabel 500 V (maximal zulässige Spannung 750 V) (Schwere Ausführung).

Italien

(Assoziazione El. Italiana, Mailand, 10, Via S. Paolo): Annuario 1932.

Österreich

(Elektrotechnischer Verein, Wien VI, Theobaldgasse 12):

EVW 1, Abänderung 3/1932. Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.
EVW 1, Abänderung 4/1932. Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.
EVW 9, Abänderung 2/1932. Vorschriften über Bauart, Prüfung und Verwendungsbereich blanker und isolierter Leitungen.
EVW 13, Abänderung 1/1932. Leitsätze für Schutzerdungen in elektrischen Starkstromanlagen mit Spannungen über 250 V gegen Erde.
EVW 14, Abänderung 1/1932. Normen für Anschlußbolzen (ebenso Schraubkontakte für Stromstärken von 10 bis 1500 A).
EVW 24—1932. Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten.
EVW 26—1932. Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung.
EVW 27—1932. Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen.
EVW 29—1932. Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb.
Önorm 3500 Anschlußbolzen (Konstruktionsblatt).
2. geänderte Auflage.
Önorm E 3502 Kopfkontaktschrauben für Installationsmaterial und Schaltgeräte (Konstruktionsblatt).
Önorm E 4010 Kupferdraht isoliert für Maschinen und Apparate. Technische Lieferbedingungen.
Önorm E 4011 Rundkupferdraht genau gezogen für Maschinen und Apparate.
Önorm E 4015 Runddraht Isolations-Auftrag Lack.
Önorm E 4016 Runddraht Isolations-Auftrag; Seide, Baumwolle, Papier.
Önorm E 4020 Präzisionskupferdraht rund, isoliert für Apparate der Fernmeldetechnik. Technische Lieferbedingungen.
Önorm E 4021 Präzisionskupferdraht, rund, isoliert für Apparate der Fernmeldetechnik. Widerstands-Grenzwerte.
Önorm E 4022 Präzisionskupferdraht, rund, isoliert für Apparate der Fernmeldetechnik. Außendurchmesser.
Önorm E 4029 Lieferrollen für blanke und isolierte Drähte.
Önorm E 7500 Kennfarben für blanke Leitungen in Starkstrom-Schaltanlagen.

Rußland

Normblätter (in russischer Sprache):
OCT 376 „Gummiisolierrohre, halbhart."
OCT 1342 „Tragrolle für Sappeur-Leitungen."
OCT 1343 „Gefäß mit Untergestell zum Imprägnieren von Kabeln."
OCT 1460 „Säureakkumulatoren in Bleigefäßen."
OCT 1595 „Skalen für Nennstromstärken elektrischer Apparate für Starkstromanlagen von 5 bis 5000 A."
OCT 1707, 3749, 3750 „Elektrische Feueralarmanlagen (in Heftform)."
OCT 2648 „Eisenkerne für Erdung."
OCT 2914 „Schlüssel zum Einschrauben von gebogenen Isolatorenstützen."
OCT 3886—3889 „Regeln für elektrische Maschinen, Begriffserklärungen, Klasseneinteilung, Wirkungsgrad, Elektrische Werte, mechanische Eigenschaften und Erwärmung" (in Heftform).
OCT 3891 „Eisendrahtspulen für Feldtelegraphenkabel."
OCT 4038 „Abzweigdosen für Leitungsquerschnitte bis 4 mm² für 250 V Spannung" (in Heftform).
OCT 4039 „Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen."
OCT 4045 „Porzellanrollen, Type R."
OCT 4046 „Porzellanrollen, Type RK."
OCT 4048 „Muffentüllen aus Porzellan."
OCT 4436 (Ersatz für OCT 976) „Drehkondensatoren."
OCT 4634 „Starkstromkabel."
OCT 4650 „Akkumulatorengläser."
OCT 4651 „Akkumulatorengläser ‚Herkules'."
OCT 4736 „Elektrische Maschinen, Maßbezeichnungen."
OCT 4762 „Porzellanmantelrollen für Schraubenbefestigung, Type RSW."
OCT 4763 „Porzellanmantelrollen für Stützen."
OCT 4875 „Papier für Kondensatoren."
OCT 4876 „Dynamoblechpapier."
OCT 4877 „Isolierpapier für Peschelrohre."

Tschechoslowakei

(Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky, Prag XII, Vocelova 3):

CSN—ESC 94 Elektrotechnisches Wörterbuch in fünf Sprachen (Deutsch, Französisch, Englisch, Tschechisch, Polnisch).

Energiewirtschaft.

Ansteigen der Stromerzeugung Englands. — Die Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke Englands war im April 1932 um 13,7 % größer als im Vorjahre, wie von den Electricity Commissioners mitgeteilt wird. 987 Mill kWh wurden in diesem Monat erzeugt. Die entsprechenden Zahlen für die ersten vier Monate des Jahres waren 7,6 % und 4372 Mill kWh. Statistische Berichte der 11 größten Werke zeigen für die sechs Jahre bis einschließlich 1931 ein Anwachsen zwischen 14 % bei der Newcastle Electric und 420 % bei der Scottish Power Company. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 99, S. 1046.) *Fgp.*

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrisierung der Eisenbahnstrecke Ulm—Stuttgart. — Nach einer Mitteilung des Reichsbahnpräsidenten Dr. Sigel auf der Tagung des Landes-Eisenbahnrats Stuttgart ist mit der Aufnahme des elektrischen Vollbetriebs auf der Strecke Ulm—Stuttgart für Anfang Juli 1933 zu rechnen, falls es gelingt, die Strecke am 1. Juli unter Spannung zu setzen. Am 15. Mai wird der Personenverkehr München—Ulm sowie der elektrische Vorortverkehr Stuttgart—Ludwigsburg aufgenommen werden können.

Die neuen Bewässerungsanlagen in Oberägypten. — Die von der ägyptischen Regierung errichteten Anlagen zur Erschließung neuer Anbauflächen in Oberägypten gehen ihrer Vollendung entgegen. Es handelt sich um die Erhöhung der Dammkrone des Assuandammes, der möglicherweise späterhin auch zur Krafterzeugung herangezogen werden wird, sowie ferner um die Errichtung eines Dieselkraftwerkes in Idfu mit einem ausgedehnten Leitungsnetz, über welches eine Reihe von Pumpwerken in den Isolated Basins mit Strom versorgt wird. Das bereits fertiggestellte Leitungsnetz hat eine gesamte Streckenlänge von 115 km und wird zunächst mit 33 kV betrieben,

Digitized by Google

ist aber schon für die zukünftige Spannung von 66 kV isoliert. Zur Verlegung gelangten drei Kupferleiter von 50 mm² und ein Erdseil; die Gittermaste sind in ihrem oberen Teil feuerverzinkt, im unteren gestrichen; die Isolatoren sind von der Federringtype. Die Spannweite beträgt 200 m. Die Leitungen kreuzen an zwei Stellen den Nil; eine dieser Kreuzungen in der Nähe des Kraftwerkes trägt eine Doppelleitung und ist 690 m lang, die zweite eine Einfachleitung bei einer Spannweite von 720 m. Die Kreuzungsmasten haben eine Höhe von 93 m und lassen in Flußmitte eine Durchfahrtshöhe von 50 m frei. Jedes Umspannwerk enthält zwei Transformatoren von 535 kVA, 66/33/3,3 kV und einen Hilfstransformator. Auf der Unterspannungseite sind die Pumpen entweder direkt oder in vier Fällen, in welchen die Pumpwerke am anderen Nilufer liegen, über Unterwasserkabel von 3,3 kV angeschlossen. *v. Str.*

Elektrisierung in Jugoslawien. — Die Regierung will das Donauland nördlich der Donau und Save elektrisieren. Es ist geplant, in der Nähe der staatlichen Braunkohlengrube Vrdnik ein Kraftwerk von 22 000 kW zu errichten, dessen Kosten mit 12,23 Mill RM[1] veranschlagt sind. Ein entsprechendes Verteilungsnetz mit Unterwerk ist vorgesehen. *Rtz.*

Perak River Hydro-Electric Power Co. — Der Betrieb der in den Malay-Staaten gelegenen, der Stromversorgung der dortigen Zinnminen dienenden Anlagen der Gesellschaft hat, wie aus dem soeben veröffentlichten Jahresbericht hervorgeht, infolge des Rückganges der Zinnerzeugung auf weniger als die Hälfte der vorjährigen, außerordentlich schwer gelitten. Der Stromabsatz betrug im Geschäftsjahre 1931/32 nur 47,2 Mill kWh (Vorjahr: 58,5), die höchste Tagesspitze 10 000 (11 600) und die kleinste 6600 (8800) kW. Die Anlagen der Gesellschaft bestehen aus einem Dampfkraftwerk von 18 000 kW in Malim Nawar, einem Wasserkraftwerk von 27 450 kW, in welchem drei Vertikalturbinen eine Gefällstufe des Perakflusses von 16 m verarbeiten, sowie einem 66 kV-Netz von 85 km Länge, mit mehreren Stichleitungen von 22 bzw. 6,6 kV. Bemerkenswert ist, daß zum Schutz gegen Erdschlüsse einige von der AEG gelieferte Erdschlußspulen angeschlossen sind. Der Stromverbrauch der Zinnminen ist sehr gleichmäßig, so daß die Benutzungsdauer der Spitzenleistung etwa 6700 h beträgt. Der mittlere Strompreis betrug rd. 4,8 Pf[1] (5,7 im Vorjahr). *v. Str.*

[1] 100 Dinar = 5,56 RM.

Zirkel englisch sprechender Ingenieure. — Angeregt durch die vor einem Jahr erfolgte Gründung eines Engineers' German Circle in London hat sich im Sommer 1932 unter dem Vorsitz von Prof. Dr. G. de Thierry in Berlin ein „Zirkel englisch sprechender Ingenieure" gebildet, der die Kenntnis des technischen Englisch durch Vorträge und Aussprachen fördern und die Beziehungen zum Englisch sprechenden Ausland und den in Deutschland weilenden Ausländern pflegen will. Die Bestrebungen des Zirkels werden vom VDI, der Institution of Mechanical Engineers in London und der American Society of Mechanical Engineers unterstützt.

Am 24. XI. 1932 hat im Ingenieurhaus, Berlin, der erste Vortragsabend stattgefunden, der u. a. von zahlreichen Engländern und Amerikanern sowie Vertretern ihrer Regierungen besucht war. Den Hauptvortrag hielt L. St. L. Pendred über „British Pioneers of Transport". Der Zirkel hat bereits über 120 Mitglieder; der Jahresbeitrag beträgt 5 RM. Anträge um Aufnahme sind an Dipl.-Ing. W. Parey, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zu richten.

Anstellung in Rußland. — Für Beratung deutscher Ingenieure, die die Absicht haben, nach Rußland zu gehen, besteht der Rußlandausschuß der deutschen Wirtschaft beim Reichsverband der Deutschen Industrie. Zuständig ist dort Oberingenieur Haubrich. Beratung erfolgt für Inländer kostenlos. Ausländer haben einen Betrag von 25 RM zu zahlen. Anschrift: Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 28.

[1] 1 £ = 15 RM.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI), am Dienstag, dem 17. Januar 1933, 8 Uhr abends, im Hörsaal EB 301 der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Oberingenieurs Paul Schickhardt über das Thema: „Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsmethoden im Elektroinstallateur-Gewerbe".

Inhaltsangabe:

A. In der Werkstatt:
1. Vielseitige Verwendbarkeit der elementaren Werkstattmaschinen.
2. Bessere Bohrer für alle Werkstoffe.
3. Einheitsdrehbank und Spardrehstähle.
4. Motorische Handgebläse für Esse, Entstaubung und Reinigung.

B. Auf Montage:
1. Dübeln mit Bohr- und Stemmaschine, Erfolge in Stein und Beton.
2. Maschinelles Schlitze-Meißeln, Qualitätsarbeit bei artverschiedenen Wänden.
3. Zwei geschickte Hände als einziges Werkzeug für Verlegung von armiertem Gummirohr und von Rohrdraht auf und unter Putz.
4. NBEU-Installation und anderseits Schlauch und Stahlrohr ohne Auskleidung erübrigt den Werkzeugpark für Stahlpanzerrohr-Verarbeitung.
5. Geeignetes Werkzeug für einfache Draht- und Kabelendverschlüsse.
6. Elektrisch beheizte Kleinpfanne und ein Werkzeug für alle Lüsterklemmen.
7. Zahlen ersparen Längenmeßapparat, wirtschaftliche Verpackung die Transportkosten.

Mit dem Vortrag ist eine Ausstellung der empfohlenen Werkzeuge und Arbeitsmethoden verbunden, ferner finden Zeitaufnahmen von Mauerdurchbrüchen statt.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauergastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Fachausschuß für Installationstechnik.
Der Vorsitzende:
Baumann.

Ordentliche Sitzung

am 13. Dezember 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Obering. Dr.-Ing. E. h. Trettin.

Vorsitzender: Indem ich Sie willkommen heiße, eröffne ich die Sitzung in Vertretung des leider verhinderten Herrn Vorsitzenden. Gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 25. Oktober sind Einwendungen nicht erhoben worden; der Bericht ist demnach angenommen. Seit der letzten ordentlichen Sitzung sind 17 Neuanmeldungen eingegangen, eine Liste derselben liegt hier aus. In der Fachsitzung für Installationstechnik am 15. Dezember wird Herr Obering. Holzapfel vortragen über das Thema: „Installationen von Hochhäusern", in der Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen am 10. Januar Herr Dipl.-Physiker Hirschberg über das Thema: „Einiges über Patente auf einem stark gesättigten Fachgebiet (Selbstanschlußtelephonie).

Digitized by Google

Hinsichtlich des Besuchs unserer Vorträge ist vom 1. Januar 1933 ab eine neue Regelung getroffen worden. Der Elektrotechnische Verein wird für Gäste, die seine Vorträge und Veranstaltungen besuchen wollen, Dauerkarten ausgeben. Diese Einrichtung ist in erster Linie bestimmt

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten;

b) für junge Fachgenossen, die sich noch in Anfangstellungen befinden und die Vorträge zu ihrer Fortbildung besuchen wollen, aber noch nicht in der Lage sind, den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen.

Dauerkarten werden ausgegeben:

als Jahreskarte für das Kalenderjahr zum Preise von . . . . . 8 RM

als Halbjahreskarte für die Zeit vom 1. I. bis 30. VI. oder vom 1. VII. bis 31. XII. zum Preise von . . . . . 4 „.

Die Dauerkarten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Sie berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während eines Kalenderjahres veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw. Ferner ist beabsichtigt, die Inhaber der Karten von Fall zu Fall auch an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen teilnehmen zu lassen, z. B. ihnen den ermäßigten Bezug der Karten zu den Vortragsreihen und den Veröffentlichungen des E. V. einzuräumen.

Die Inhaber der Dauerkarten besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Einzelne Vorträge können künftig von Nichtmitgliedern nur gegen Lösung einer Eintrittskarte von 1 RM besucht werden.

Um den gesellschaftlichen Zusammenschluß der Mitglieder zu fördern, veranstaltet der Elektrotechnische Verein am 6. I. 1933 einen „Gesellschaftsabend“ im Marmorsaal des Zoologischen Gartens und in den anschließenden Räumen. Die Festlichkeit besteht in einem gemeinschaftlichen warmen Essen an kleinen Tischen mit anschließendem Tanz. Der Preis für die Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Essens (ohne Getränk) berechtigt, ist sehr gering: Er beträgt 2,75 RM (einschließlich 0,50 RM für allgemeine Unkosten). Wer sich an dem gemeinsamen Essen nicht beteiligen will, kann gegen Lösung einer Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM nach dem Essen, also etwa von 9.30 Uhr abends ab an dem Feste teilnehmen.

In Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Techn. Hochschule wird der Elektrotechnische Verein vom 9. I. eine Vortragsreihe über das Thema: „Die heutigen Probleme der Astronomie“ veranstalten. Für die acht interessanten Vorträge sind rühmlich bekannte Gelehrte auf diesem Gebiete gewonnen worden. Die Preise sind im Hinblick auf das Gebotene niedrig.

Damit sind die geschäftlichen Mitteilungen erledigt, wir kommen zum 2. Teile unserer Tagesordnung, zu dem Vortrage des Herrn Obering. Heinrich über das Thema: „Das Elektrofilter als wichtige Betriebseinrichtung in der europäischen Industrie“.

Ich bitte Herrn Heinrich, das Wort zu nehmen.

(Vortrag folgt.)

Mit Worten des Dankes an den Vortragenden für seinen sehr interessanten Vortrag schließt der Vorsitzende die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein:
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Adam, Alfons, Dipl.-Ing., Berlin.
Angst, Werner, Elektroing., Lissach (Schweiz).
Baerwald, Hans Georg, Dr.-Ing., Charlottenburg.
Billings, A. W. K., Vice-President, São Paulo.
Deschamps, Emil, Dipl.-Ing., Neu-Grünwald b. München.
Franck, Albert, Dipl.-Ing., Kaiserslautern.
Gebhardt, Paul, Obering., Berlin-Steglitz.
Kostenko, Michael, Professor, Leningrad.
Grönevеld-Meyer, N. E., Dipl.-Ing., Schenectady.
Gundlach, Edgar, Direktor, Brüssel.
Höganäs-Billesholms, Aktiebolag, Höganäs/Schweden.
Ogawa, Takeo, Korvettenkapitän, Berlin.
Ott, Carlos, stud. ing., Berlin-Zehlendorf.
Pabon, L. C., Direktor, Hengelo (Niederlande).
Riedel, Paul, Dipl.-Ing., Berlin-Siemensstadt.
Weller, Wilhelm, Ingenieur, Wien.
Zuiderweg, Joh., Elektriker, Haag.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)
Geschäftsstelle Berlin-Charlottenburg 1 Bismarckstr 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr 213 12

Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ.

Wir stellen den Beziehern der ETZ für das Jahr 1932 wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Die Preise betragen 2,20 RM für den Halbjahresband, einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf unser Postscheckkonto Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk beifügen „ETZ-Einbanddecken“) oder durch schriftliche Bestellung. Im letzteren Falle erfolgt der Versand unter Nachnahme, zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Thüringer Elektrotechn. Verein, Erfurt. 17. I. 1933, Restaurant „Bürgerbräu“: Vortrag Dr.-Ing. G. Lehmann, „Untersuchungen über die Ursachen von Blitzeinschlägen in Hochspannungsanlagen im Zusammenhang mit Grundwasser- und Wünschelrutenfragen“.

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. a) 12 I. 1933, abds. 8 h, Roter Saal des Stadtschützenhauses: Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. Patzak, „Die Röhrenfabrikation der Mannesmannwerke“. b) 13. I. 1933, abds. 8 h, Roter Saal des Stadtschützenhauses: Vortrag Dipl.-Ing. Koeppel, „Die Kesselspeisewasser-Aufbereitung mit Trinatriumphosphat nach dem „Verfahren Budenheim““.

Elektrotechn. Verein Leipzig. 18. I. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal des Neuen Grassimuseums, Eingang Täubchenweg: Lichtbildervortrag Obering. Kastalski, Leipzig, „Das Verteilungsnetz der städt. El.-Werke Leipzig“.

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 17. I. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, am Krökentor 1: Vortrag Obering. Schilling, „Funktechnik einst und jetzt“.

Elektrotechn. Verein Stuttgart. 18. I. 1933, abds. 8 h, Elektrotechn. Inst. der T. H., Militärstr. 3: Vortrag Obering. R. Gundel, „Aus der Geschichte der Elektrotechnik, besonders in Württemberg (Fernübertragung nach Biberach)“.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 17. I. 1933, abds. 7 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Vortrag Reichsbahnoberrat Viëtor, „Die neuesten Gewinnungsmethoden im deutschen Steinkohlenbergbau“.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 20. I. 1933, nachm. 5½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der Universität, Reichstagsufer 7/8: a) Vortrag R. Pohlman, „Die Ultrarotspektren von Ammoniumsalzen im Gebiet ihrer anomalen spezifischen Wärme“. b) A. Kratky, „Zur Diskussion der Röntgeninterferenzen am flüssigen Quecksilber“.

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Thurn †.

Am 27. Dezember starb der langjährige Rundfunkreferent im Reichspostministerium, Herr Ministerialrat Hermann Thurn, im 56. Lebensjahre nach längerem schweren Leiden. Mit ihm ist ein hervorragender Sachkenner und einer der ersten Fachschriftsteller auf dem Gebiete des Funk- und Rundfunkwesens dahingegangen. Seine zum Teil schon vor dem Kriege herausgegebenen grundlegenden Schriften über Funktechnik und Funkrecht, über den Rundfunk und die internationalen Vereinbarungen auf dem Funkgebiet sowie seine Fachaufsätze in der ETZ — besonders in den ersten Nachkriegsjahren — sind weitesten Kreisen bekannt geworden.

Ministerialrat Thurn war aus Krefeld gebürtig und seit 1896 im höheren Postdienst tätig. 1910 befaßte er sich erstmalig im damaligen Telegraphen-Versuchsamt mit technischen Funkangelegenheiten. Von 1912 bis 1914 war er im Reichspostamt und seit 1924 als Referent im Reichspostministerium beschäftigt. Er wurde 1926 zum Oberpostrat und am 1. II. 1929 zum Ministerialrat befördert. In seiner Eigenschaft als Sachreferent für Rundfunk und als Aufsichtsratsmitglied der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft und der Deutschen Welle G. m. b. H. hat Ministerialrat Thurn am Aufbau und Fortschritt des deutschen Rundfunks wesentlich mitgewirkt. Sein Weitblick und erfahrenes Urteil und seine Bemühungen um die Ausbreitung des Rundfunkgedankens sichern ihm in allen Fachkreisen und der Fachpresse ein ehrendes Gedenken.

Auszeichnungen. — Herr Oberbaurat Dipl.-Ing. Herbert Kyser, Weimar, wurde von der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt Anfang Dezember zu ihrem auswärtigen Mitglied ernannt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrisches Kochen. Erfahrungen über Auswahl u. Betrieb elektr. Kochgeräte f. Haushalt- u. Großküchen. Von Dipl.-Ing. F. Mörtzsch. Mit 167 Textabb., VI u. 172 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,50 RM.

Das vorliegende Buch ist für den Fachmann geschrieben; es wird diesem und allen denen, die es werden wollen, sowie auch den Architekten und Baubehörden, die sich heute mit dem Einbau von elektrischen Küchen vertraut machen müssen, durch seine klaren Darlegungen gute Dienste leisten. Für die Hausfrauen ist es nicht gedacht, dagegen sind die „elektrischen Großküchen" in zwei Kapiteln (V u. VI) ausführlich besprochen; aus ihnen werden die Besitzer von Kasinos, Kantinen und sonstigen Gemeinschaftsküchen, die Krankenhaus-Verwaltungen und die Gaststätten wertvolle Anregungen und Aufklärungen über den praktischen Nutzen und den wirtschaftlichen Wert der elektrischen Großküchen gewinnen. Dipl.-Ing. Mörtzsch stützt sich in seinen Ausführungen auf die eingehenden und erfolgreichen Arbeiten, welche die im Jahre 1929 ins Leben gerufene „technisch-wirtschaftliche Abteilung der VdEW" durchgeführt hat. In gemeinsamer Arbeit mit der Fachindustrie wurden hier geeignete Kochgeräte entwickelt; ferner mußten eingehende Untersuchungen über die Größe des Stromverbrauchs und die Belastungspitzen durchgeführt werden, um sichere Grundlagen für die Durchbildung besonderer Haushalt- und Kochstrom-Tarife zu gewinnen; zusammen mit der Werbeabteilung wurden unter Verwertung der im wärmetechnischen Laboratorium und in der Lehr- und Versuchsküche der VdEW sowie der bei den Mitgliedswerken und der Industrie gesammelten Erfahrungen einheitliche Gesichtspunkte für die Einführung des elektrischen Kochens herausgearbeitet. Es ist dem Verfasser gelungen, die Ergebnisse aller dieser Bestrebungen zu einem einheitlich und planmäßig aufgebauten Lehrbuche zusammenzufassen.

Interessant sind auch die statistischen Angaben über die heutige Verbreitung der elektrischen Küchen in Deutschland und im Auslande (Kapitel VII). In mehr als 75 000 deutschen Haushaltungen wird heute bereits elektrisch gekocht und in 9 deutschen Großstädten sind in 13 neuerbauten Wohnsiedlungen vollelektrische Küchen zur Einführung gelangt. 4036 Herde und 2217 Heißwasserspeicher sind in ihnen eingebaut. Ein erschöpfender, nicht weniger als 146 Angaben enthaltender Literaturnachweis und ein Sachverzeichnis erhöhen den Wert des warm zu empfehlenden Buches.

B. Thierbach.

High frequency alternating currents. Von K. McIlwain und J. G. Brainerd. Mit 226 Abb., XIII u. 510 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London, und John Wiley & Sons, Inc., New York 1931. Preis geb. 30 s.

Das Buch soll Studierende in die Grundlagen der Hochfrequenztechnik einführen. Einige Kenntnis auf dem Gebiet der Differentialgleichungen und der Theorie der Wechselströme wird vorausgesetzt. Die Verfasser machen keinen Anspruch darauf, neue Erkenntnisse zu bringen oder das Thema erschöpfend zu behandeln. Literaturzusammenstellungen am Ende eines jeden Kapitels zeigen den Lesern die Quellen, wo sie die Materie des Buches ausführlicher behandelt finden. Der Stoff des Buches ist folgendermaßen gegliedert: Kapitel 1 ··· 3 Grundlagen über hochfrequente Ströme, Resonanz, Dämpfung und Kopplung. Kapitel 4 Glühkathodenröhre. Kapitel 5 Verstärkung. Kapitel 6 Modulation. Kapitel 7 Detektion. Kapitel 8 Erzeugung von Hochfrequenzströmen. Kapitel 9 Filter für elektrische Wellen. Kapitel 10 Hochfrequenzströme längs Leitungen. Kapitel 11 Elektromagnetische Wellen. Kapitel 12 Reflexion und Refraktion. Kapitel 13 Elektromechanische Systeme.

Das Buch kann allen denen empfohlen werden, die eine mathematische Behandlung des Stoffes suchen, während die technischen Ausführungsformen in dem Buch bewußt vernachlässigt werden. H. Faßbender.

Maste und Türme in Stahl. Von Dipl.-Ing. P. Sturzenegger. Mit 362 Textabb. u. 219 S. in gr. 8°. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1929. Preis geh. 28 RM, geb. 25 RM.

In dem über 200 Seiten starken Buch wird in umfassender Weise der Freileitungsbau in all seinen Arten und Unarten dargestellt. Ausgehend von den Antennentürmen, die zwar heute vorwiegend in Holz gebaut werden, kommen die verschiedensten in- und vor allem ausländischen Masttypen in Wort und Bild zur Darstellung. Altes und neues Leitermaterial in seinen vielfältigen Ausführungen als Draht-, Voll- und Hohlseil mit den zugehörigen technischen Daten, wobei die Aufhängungen und Verbindungsarten der Leiter bis zu 380 kV besprochen werden. In dem Kapitel Bahnfahrleitungen kommen eine Anzahl Kettenfahrwerke und deren Isolation sowie die zugehörigen verschiedenen Gestängeanordnungen mit Ausleger, Querseil und Jochtragwerken zur Sprache. Das Kapitel „Allgemeine Baugrundsätze" umfaßt Linienführung, Leitungsrechte, Entschädigungsansprüche, Streckenwartung usw. Anschließend werden die Tragwerksausbildung in ihren konstruktiven und rechnerischen Einzelheiten bearbeitet und die einzelnen Leitungsysteme wie horizontale Phasenanordnung an starren oder beweglichen Traversen mit verschiedenen Vertikalanordnungen in Vergleich gestellt. Es folgen Kreuzungen mit Türmen bis zu 80 m Höhe, an die sich die Darstellung der konstruktiven Ausbildung des Mastschaftes anschließt. Nach einer Gegenüberstellung einer Reihe deutscher, schweizerischer und italienischer Normen und Bestimmungen folgt ein Abschnitt „Verankerungen und Fundierungen", in welchem eine Anzahl Arten der Fundierung zusammengestellt sind, wie Holz- und Betonschwellenfundamente, prismatische und Stufenblockfundamente, Betonpfahlfundamente, brunnenartig versenkte Rohrpfahlfundamente sowie Säulenfundamente mit plattenartigen Erweiterungen am erdseitigen Ende. Zum Schluß ein Kapitel über Korrosionsschutz, in dem die einzelnen Anstrich- und Metallisierungsverfahren beschrieben werden.

Im ganzen eine beachtliche Stoffsammlung, die jedoch dem kritiklosen Anfänger gegenüber nicht ganz ungefährlich ist bezüglich der Auswahl der für die Praxis wertvollen Beispiele. Th. Müller.

Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Von F. Kohlrausch. 5. Aufl., neubearb. v. Prof. Dr. F. Krüger. Mit 379 Abb. i. Text, XXVIII u. 498 S. in gr. 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1932. Preis geb. 14,80 RM.

Der kleine Kohlrausch, ursprünglich als Leitfaden für das kleine physikalische Praktikum gedacht, hatte bereits in den letzten Auflagen diesen Charakter verloren und war zu einem Hilfsbuch für die Nachbargebiete der Physik

Digitized by Google

geworden. Der neue Bearbeiter der 5. Auflage, der den größten Teil des Buches neu geschrieben hat, hat diese Zweckbestimmung noch verstärkt. Es werden also weder die physikalischen Methoden höchster Präzision angeführt noch eine Vollständigkeit der Methoden angestrebt, wie sie allein der Physiker benötigt. Die dargestellten Methoden und Instrumente werden aber im allgemeinen so eingehend beschrieben, daß ein Abschätzen ihrer Eignung und ein Arbeiten mit ihnen ohne weitere Hilfsmittel möglich ist. Besonders angenehm wird die Erweiterung empfunden werden, daß neben der Behandlung der Meßmethoden auch der Beschreibung und Theorie der Meßinstrumente der gebührende Raum gewidmet ist, und daß die Zahl der Abbildungen stark vermehrt worden ist. In mancher Hinsicht geht der Leitfaden hier noch weiter als das große Lehrbuch, etwa bei der Behandlung der Waagen oder der Geräte zur Geschwindigkeitsmessung in Flüssigkeiten und Gasen. Gegenüber der früheren Auflage sind fast alle Abschnitte erweitert worden, besonders Akustik, Thermometrie und Kalorimetrie, Verstärkertechnik, Glüh- und Lichtelektrizität, medizinische Röntgentechnik und Röntgenoptik. Die Tatsache, daß das Buch von der Hand eines Bearbeiters geschrieben worden ist, macht sich in der Geschlossenheit der Darstellung wohltuend bemerkbar.

Bauer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Fritz Stier, Über die Nebenschlußerregung kompensierter elektrischer Maschinen. T. H. Berlin 1932.

Joachim Tuercke, Dynamometrische Leistungsmessung bei Hochspannung und kleinem Leistungsfaktor unter Verwendung von Hochspannungs-Normalkondensator und Verschiebungsschaltung. T. H. Darmstadt 1931.

Nikolai Nikolajewitsch Budiloff. Die elektrische Abscheidung von Kautschuk aus Revertex und Revultex. T. H. Berlin 1930.

Erich Guttmann, Bearbeitungsprüfung von Hartmessing unter gleichzeitiger Erprobung eines neuen elektrischen Schnittdruckmeßverfahrens. T. H. Berlin 1932. (Sonderdr. aus „Werkst.-Techn." Bd. 26, 1932, H. 14. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Walter Eugen Erich Hähnle. Die Darstellung elektromechanischer Gebilde durch rein elektrische Schaltbilder. T. H. Danzig 1931. (Sonderdr. aus „Wiss. Veröff. Siemens-Konz." Bd. 11, H. 1, 1932. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Felix Isermann, Abraumförderung in Braunkohlen- und Tagebaubetrieben. T. H. Berlin 1929. (Auszug.)

Hermann Jenss, Über die Messung der elektrischen Feldstärke an Leiteroberflächen. T. H. Danzig 1931. (Sonderdr. aus „Arch. Elektrotechn." Bd. 26, 1932, H. 7. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Hermann Kessel, Über das Wiedervereinigungsleuchten in der Quecksilber-Bogenentladung. T. H. Berlin 1931. (Sonderdr. aus „Z. Physik" Bd. 70, H. 9/10. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Walther Lohmann, Eigenschwingungen von Dampfturbinenschaufeln unter allgemeinen Bedingungen. T. H. Hannover 1930.

Gheorghe Manea, Ermittlung des Geschwindigkeits- und Druckverlaufs längs beliebig geformter Schaufeln eines zellenlosen Turbinenrades. T. H. Berlin 1932.

Werner v. Scheven, Über den Einfluß verschiedener Vorbehandlung auf Messingfeinbleche. T. H. Berlin 1932.

Ulrich Schmidt, Das Auspuffgeräusch von Verbrennungsmotoren. T. H. Berlin 1932. (Die Arbeit erscheint auch als ein Teil eines Werkes von Dr.-Ing. A. Kauffmann u. Dipl.-Ing. U. Schmidt, welches die Dämpfung des Auspuffgeräusches von Verbrennungsmotoren behandelt.)

Hellmut Werrmann, Über die Dämpfung von Knallgeräuschen in Fernmeldeanlagen durch Vakuumsicherungen. T. H. Danzig 1932. (Erscheint gleichzeitig in gekürzter Form in „Elektr. Nachr.-Techn.", Verlag Julius Springer, Berlin.

August Wiese, Die Temperaturregler und der Regelvorgang im elektrischen Heizkissen. T. H. Hannover 1932. (Erschien gleichzeitig mit geringen Abänderungen in den „Mitteilungen des Forschungsinstituts für Elektrowärmetechnik an der Technischen Hochschule Hannover" als H. 8, 1932. Verlag Schubert & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Ausblick der Industrie- und Handelskammer zu Berlin auf das Jahr 1933[1]. — Auch in ihrem Jahresbericht für 1932 hat die Industrie- und Handelskammer zu Berlin davon Abstand genommen, auf die Entwicklung der einzelnen Geschäftszweige näher einzugehen. Bezüglich der Erzeugung und des Verbrauchs elektrischer Arbeit wird an Hand der Ergebnisse der statistisch erfaßten 122 Werke[2] bemerkt, daß deren Produktion im Durchschnitt der ersten neun Monate 1932 um 12,4 %, im Oktober aber nur noch 0,32 % geringer war als im Vorjahr und besonders seit September eine deutliche Aufwärtsbewegung gegenüber 1931 festzustellen sei. Innerhalb der ersten zehn Monate war die arbeitstägliche Erzeugung mit 45,652 Mill kWh bzw. 99,68 % des Vorjahresmonats im Oktober am höchsten und mit 36,721 Mill kWh im Juni am geringsten, der niedrigste Prozentsatz fiel jedoch mit 82,31 % auf den April. Der gewerbliche Verbrauch hat im genannten Zeitabschnitt entsprechend dem gesunkenen Beschäftigungsgrad der Industrie durchschnittlich um etwa 17 % gegenüber 1931 abgenommen, während der Konsum auf andern Absatzgebieten, besonders im Haushalt, wesentlich weniger zurückgegangen ist. Bei dem Gas stellte sich die Konsumbewegung günstiger als die Gestaltung der Gesamtwirtschaftskurve; sein Absatz dürfte am Jahresschluß im Mittel wohl nur um 4 ... 5 %, bezogen auf 1931, gesunken sein.

Die Voraussetzungen, die die Kammer im Ausblick ihres vorjährigen Berichts für den Eintritt einer Krisenwende gemacht hat, sind 1932 nur in bescheidenstem Umfang verwirklicht worden, und doch ist trotz solch ungünstiger Entwicklung am Jahresschluß die Prognose für die Zukunft besser als Ende 1931. Die international und in Deutschland zu beobachtende Konjunkturlage rechtfertigt die Vermutung, daß auf dem konjunkturell erheblich bereinigten Boden ein Krisentiefpunkt erreicht und teilweise sogar überschritten worden ist. Die Gesamtlage an den für die Beurteilung der weiteren Konjunkturentwicklung besonders wichtigen Rohstoffmärkten zeigt, daß die Ansammlung der Bestände während der Krisenperiode zu so erheblicher Vorratshaltung geführt hat, daß auch von einer anhaltend belebten Weltwirtschaft zunächst mehr mengenmäßig ein Abbau der Bestände als preismäßig ein Anziehen der Marktnotierungen erwartet werden kann. Der Index der industriellen Weltproduktion (1928 = 100) ist im September auf 70,7 gestiegen und auch im Oktober weiter etwas gewachsen, so daß die Kammer unter Berücksichtigung verstärkter Verflüssigung des Geld- und Kapitalmarktes sowie des Aufschwungs an den Aktien- und Rentenmärkten der Welt zu dem Schluß gelangt, daß die steil fallende Kurve wirtschaftlichen Abstiegs 1932 in eine Horizontale stetiger Entwicklung übergegangen ist, von der aus schon die ersten schwachen Anzeichen den späteren Aufstieg ankündigen. Für eine nachhaltige Besserung in Deutschland, wo gleichfalls günstige Symptome eines Tendenzumschwungs und zunehmenden Vertrauens zur Überwindung der Wirtschaftskrise beobachtet werden konnten, bedarf es aber nach Ansicht der Kammer noch der Aufhebung zahlreicher Hindernisse, die hier wie im Ausland einer stärkeren und dauernden Konjunkturbelebung im Wege stehen. Neben politischer Ruhe im Innern ist besonders das Freihalten des Reichs von allen Maßnahmen zu fordern, die den deutschen Export schädigen. Zu den in dieser Beziehung wichtigen internationalen Aufgaben einer Bereinigung der Weltwirtschaft von Störungsmomenten zählt die Kammer auch die Wiederzuführung ausreichenden Kapitals an die deutsche Wirtschaft, wofür sie als den für diese annehmbarsten Weg die Schaffung zusätzlicher Ausfuhrmöglichkeiten durch Milderung oder Beseitigung der gegenwärtigen unerträglichen Zollmauern empfiehlt.

Diese Probleme, wie ferner als wichtigstes Postulat die Entspannung der Weltwirtschaft von den unnatürlichen Bindungen finanzpolitischer und handelspolitischer Art, harren nunmehr der Lösung durch die Weltwirtschaftskonferenz, die im richtigen Augenblick den Staaten die Möglichkeit bietet, über den Rahmen der einzelnen Volkswirtschaft hinausgehende Beschlüsse gemeinschaftlich zu verwirklichen. Es geht um die Herbeiführung des Friedens in der Weltwirtschaft als der unerläßlichen Vorbedingung für eine nachhaltige Wendung zum Bessern. *fm.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 47.
[2] Hierüber hat die ETZ regelmäßig monatlich berichtet.

Abschluß des Heftes: 6. Januar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Allmähliche Wiedereinschaltung von Gleichstromnetzen mittels gittergesteuerter Gleichrichter und Umbau bestehender Gleichrichteranlagen für Gittersteuerung.

Mitteilung der AEG.

Die Frage des Wiederhochfahrens von Gleichstromnetzen hat besonders bei Netzen mit Unterstationen, die von Gleichrichtern gespeist werden, erhöhte Bedeutung. Die Reguliereinrichtungen der gewöhnlichen Gleichrichter reichten für den genannten Zweck nicht aus, da sie nur für das Konstanthalten der Gleichspannung bei wechselnder Belastung ausgelegt waren. Bei dem Wiedereinschalten auf kalt gewordene Glühlampen mit einer nur 10% unter dem Normalwert liegenden Spannung sprechen die Sicherungen bzw.

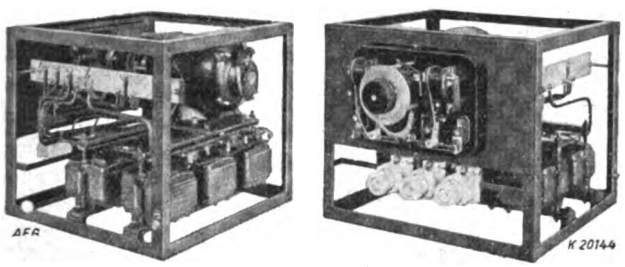


Abb. 1. Zusatzgerät mit abgenommenen Deckblechen, links: Rückansicht, rechts: Vorderansicht.

Selbstschalter an und machen so die Inbetriebnahme unmöglich. Durch die Verwendung gittergesteuerter Gleichrichter ist es jedoch nunmehr möglich geworden, das Netz mit dem Gleichrichter selbst wieder hochzufahren, wie man dies bisher nur mit Motorgeneratoren ausführen konnte. Arbeitet der Gleichrichter mit anderen Stromerzeugern parallel, so können diese, falls sie eine geeignete Herabreglung der Spannung gestatten, zusammen mit dem Gleichrichter das Hochfahren übernehmen. Andernfalls übernimmt der Gleichrichter die

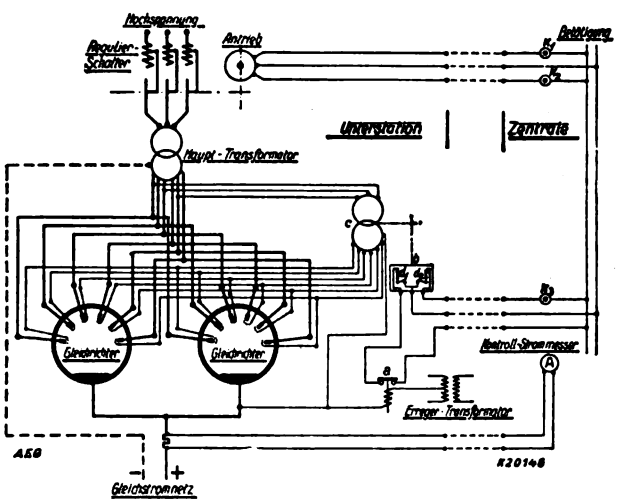


Abb. 2. Schaltbild einer gittergesteuerten Gleichrichteranlage (die normalen Teile für Zündung, Erregung und Kühlung sind der Uebersichtlichkeit halber fortgelassen).

Last zunächst allein, wobei die anderen Stromquellen nach und nach zugeschaltet werden.

Die Regelung der Gleichspannung von Null bis zu ihrem Nennwert erfolgt mit Hilfe von Gittern, die kurz vor den Hauptanoden in die Strombahn gelegt werden, wobei diese Gitter eine Spannung erhalten, die in ihrer Phasenlage in bestimmten Grenzen gegen die Phasenlage der Anodenspannung verschoben wird (DRP). Der Vorteil der neuen Einrichtung liegt darin, daß man den beabsichtigten Zweck mit einfachsten Mitteln erreicht. Die gittergesteuerten Gleichrichter sind bereits betriebssichere Apparate. Auch alte Gleichrichteranlagen sind leicht auf Gittersteuerung umzubauen. Für diesen Umbau ist im wesentlichen neben der Auswechslung der Glaskörper gegen solche mit eingebauten Steuergittern nur die Aufstellung eines Zusatzgerätes erforderlich, das einen Drehregler mit Antriebsvorrichtung und Gittertransformatoren enthält. In Abb. 1 ist ein derartiges Gerät der AEG mit abgenommenen Abdeckblechen gezeigt. In der Rückansicht sind unten die Gittertransformatoren, darüber der Drehregler sichtbar. Der Betätigungsgriff für den Drehregler (Abb. 1, rechtes Bild) ist auf der Vorderseite über den Sicherungen angeordnet. Die Schaltung einer ausgeführten Anlage wird in Abb. 2 *) dargestellt. Die Vorgänge, die sich nach dem Ausbleiben der Hochspannung abspielen, lassen sich an diesem Schaltbild leicht verfolgen.

Der Kontakt des im Erregerkreis eines Gleichrichters liegenden Erregerschützes a fällt mit dem Ausbleiben der Hochspannung ab. Dadurch wird die linke Spule des Antriebes b an die Betätigungspannung gelegt. Durch diesen Antrieb wird der Drehregler c in eine Stellung gebracht, die eine solche Phasenverdrehung bedingt, bei der durch die Gitter der Stromdurchgang völlig gesperrt wird. Nach Erreichen dieser Stellung wird der Antrieb selbst durch den Endschalter d_1 abgeschaltet. Kehrt die Hochspannung jetzt wieder, so verbleibt der Drehregler trotzdem in dieser Stellung. Der Gleichrichter zündet und öffnet damit das Relais a. Sobald dieser Zustand erreicht wird, kann von der Zentrale aus durch Betätigen des Druckknopfes K_2 die rechte Spule des Antriebs b unter Spannung gesetzt werden, wodurch sich der Drehregler so bewegt, daß die Phasenverschiebung und damit die Sperrwirkung der Gitter immer geringer und der freigegebene Anodenstrom immer stärker wird. Die beiden Gleichrichter nehmen langsam Belastung auf. Sobald der Drehregler eine Stellung erreicht hat, in der die Gitter völlig geöffnet sind, wird seine Bewegung durch den Endkontakt d_2 unterbrochen.

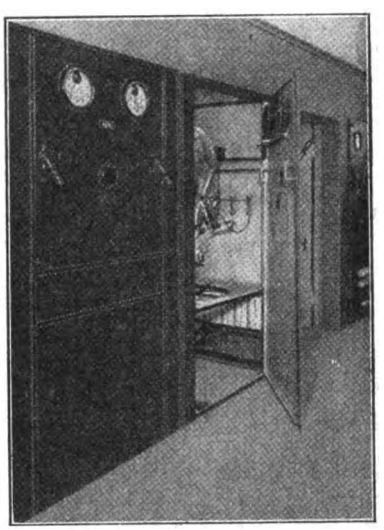


Abb. 3. Gittergesteuerte Gleichrichteranlage.

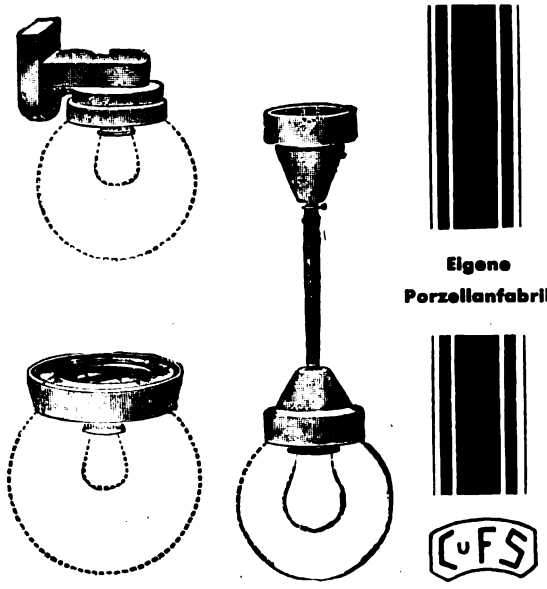
Neben dem Umbau bestehender Anlagen wurde von der AEG auch die Lieferung einer ganzen Reihe von Gleichrichter-Neuanlagen mit Gittersteuerung durchgeführt. Abb. 3 zeigt eine Gleichrichteranlage, die in der Unterstation eines größeren dänischen Elektrizitätswerkes arbeitet. Ähnliche Anlagen in verschiedenen Größen sind für verschiedene Anwendungsgebiete in Betrieb, so z. B. für die Kompoundierung von Netzen, für Batterieladung, auch in Pufferschaltung, für das Anlassen und Regeln motorischer Antriebe u. a. m.

Die praktischen Erfahrungen haben gezeigt, daß auf diesen Anwendungsgebieten die gittergesteuerten Glasgleichrichter mit bestem Erfolg eingesetzt werden können.

*) Zu Abbildung 2 ist noch zu bemerken, daß sich unter besonderen Verhältnissen die Notwendigkeit ergeben kann, eine augenblickliche Sperrung der Anoden vorzusehen.

Digitized by Google

Porzellan-Leuchten



Eigene Porzellanfabrik

CuFS

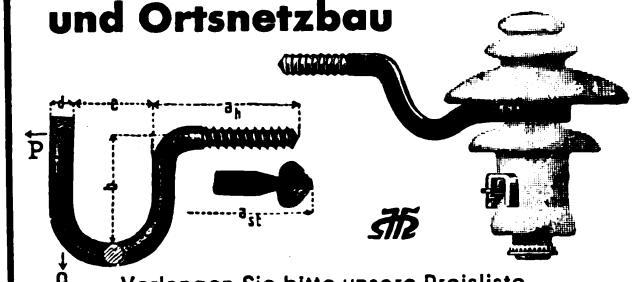
C. u. F. Schlothauer GmbH

Ruhla Thüringen

Elektrotechnische Installationsmaterialien

Unsere Spezialität ist

Material für Freileitungs- und Ortsnetzbau

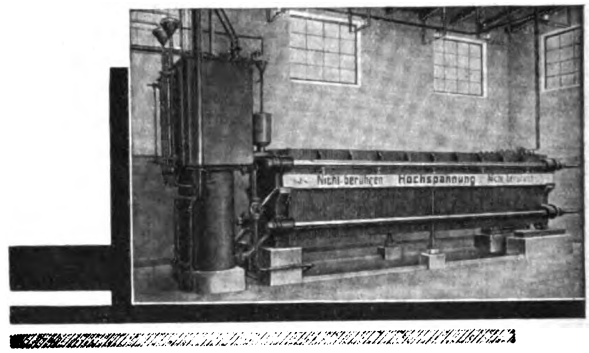


Verlangen Sie bitte unsere Preisliste

GEBR. HANNEMANN & CIE GMBH

DÜREN (RHLD.)

Linde



KOMPRESSOREN FÜR ALLE GASE
KOHLENSÄURE-ANLAGEN
TROCKENEIS-ANLAGEN
ELEKTROLYSEURE ZUR ERZEUGUNG VON WASSERSTOFF UND SAUERSTOFF
STAHLFLASCHENVENTILE

MASCHINENFABRIK SURTH

Zweigniederlassung der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A. G. SURTH bei Köln

ISOLA

ERZEUGNISSE

seit 20 Jahren bewährt:

Wie beurteilt man unser **Preßmaterial DURAX** D.R.P. in Verbraucherkreisen?

Bitte, beachten Sie die demnächst erscheinenden Gutachten unserer Kunden.

ISOLA WERKE A.G.

BIRKESDORF · DÜREN RHLD.

ISOLA WERKE A.G. DÜREN-BIRKESDORF RHLD.

SEIT ZWANZIG JAHREN ISOLA-ERZEUGNISSE

ETZ-Einbanddecken

des VDE sind die billigste und zweckmäßigste Einbandart für das 1. und 2. Halbjahr 1932 (je RM 2.20). Bezug durch:

VDE / VERLAGSABTEILUNG

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 19. Januar 1933 | Heft 3

Tätigkeit der Kommandostelle der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt. Ges. (BEWAG)*.

Von W. Fleischer, Berlin.

Übersicht. Die jetzt vorliegenden mehrjährigen Betriebserfahrungen geben Veranlassung, die Aufgaben und die Tätigkeit der Bewag-Kommandostelle bei der Stromversorgung Berlins zu schildern.

Verschiedene Gründe haben die Veranlassung gegeben, über das Thema „Tätigkeit der BEWAG-Kommandostelle" und damit also über die gesamte Betriebsführung der Großversorgung der BEWAG zu berichten. Einmal gehen in steigendem Maße die Fragen unserer Besucher über das, was man ihnen direkt zeigen kann, wie Kessel, Maschinen, Gebäude usw. hinaus und richten sich auf dieses hier zu behandelnde Gebiet.

Weiter sind über die Gebiete: Parallelbetrieb von Kraftwerken und Zusammenschluß der Energieversorgung zu Netzen, die ganze Staaten und Erdteile umfassen, Bereitstellung und Einsatz von Reserve und das Tätigkeitsgebiet, das man einer Kommandostelle zuweisen soll, in der letzten Zeit auf fast allen Fachtagungen und in den einzelnen Zeitschriften so viel Untersuchungen und Vorschläge gemacht worden, daß es angezeigt erscheint, darüber zu berichten, wie weit solche Gedanken Eingang in die Praxis gefunden haben, und an welchem Punkt der Entwicklung auf diesem Gebiet ein so bedeutendes Unternehmen wie die BEWAG jetzt angelangt ist. Dazu sei erwähnt, daß seit dem Zusammenschluß aller BEWAG-Werke im direkten Parallelbetrieb über das 30 kV-Netz schon fast 5 Jahre vergangen sind, während in der Kommandostelle selbst nun schon mehr als dreijährige Erfahrungen vorliegen. Die technischen Einrichtungen der Kommandostelle (Abb. 1) sind durch Veröffentlichungen bereits bekannt[1], so daß hier über die wesentlichsten Tätigkeitsgebiete der Kommandostelle und die dabei im Laufe der Zeit gesammelten Erfahrungen berichtet werden kann.

Das 30 kV-Netz (Abb. 2) ist das Hauptnetz der BEWAG. Es dient gleichzeitig der Energieverteilung und der Verkupplung der Kraftwerke untereinander. Es hat sich aus kleinen Anfängen heraus zu seiner heutigen Größe entwickelt. Bis zum Jahre 1926 betrieb die BEWAG ein westliches Netz, gespeist von den Kraftwerken Moabit und Charlottenburg, und ein östliches Netz, gespeist von den Kraftwerken Rummelsburg und Oberspree, die nur 100 kV-seitig durch die Anlagen des Fernstromes verkuppelt waren. In beiden Netzen erfolgte nach und nach eine Verlegung des Schwergewichtes von der 6 kV-Spannung auf die 30 kV-Spannung, wobei die ersten, jetzt noch in Betrieb befindlichen 30/6 kV-Abspannwerke in Betrieb kamen.

Am Bußtag des Jahres 1926 wurden beide Netzteile zum ersten Male versuchsweise kurzzeitig gekuppelt. Die endgültige und heute noch bestehende Kupplung erfolgte am Himmelfahrtstage des Jahres 1927, 5 Monate nach der Betriebsaufnahme des Kraftwerks Klingenberg. Dieses Werk machte ja den Zusammenschluß des gesamten BEWAG-Netzes unbedingt erforderlich, da es als ausgesprochenes Grundlastwerk und bei seiner Größe die gesamte nach Abzug des Fernstroms übrigbleibende Grundlast der BEWAG liefern sollte.

Allmählich hat sich das Netz, das nach dem System der Gruppenschaltung aufgebaut ist, zu dem heutigen Riesennetz mit fast 1000 km 30 kV-Kabellänge entwickelt, auf das eine maximale BEWAG-Kraftwerksleistung von 760 000 kW und 127 000 kW Fernstrom arbeiten kann.

Langjährige Erfahrung hat uns gelehrt, dieses Netz mit fast 100prozentiger Betriebsicherheit zu betreiben. Die neuesten Relais trennen bei Kurz- oder Erdschlüssen die gestörten Kabel oder Transformatoren in allerkürzester Zeit ab und sorgen dafür, daß die gesundgebliebenen Teile die Aufgaben der ausgefallenen ohne Störung nach außen mit übernehmen können.

a Bedienungstafel für Batterie-Einsatz
b Fernschreiber
c Bedienungsfeld für Fernschreiber
d Telephonpulte
e Schalttafel für Leistungs-Fernmessung
f Schalttafel für Fernmessung der Batterie-Unterstützung

Abb. 1. Bedienungsraum der Kommandostelle.

Das Gesamtnetz hat einen Erdschlußstrom von rund 2000 A, der durch eine große Zahl von über alle Werke verstreuten Erdschlußspulen kompensiert werden kann. Diese Spulen werden durch die Kommandostelle eingesetzt, die ihrerseits durch in kurzen Abständen erfolgendes Einschalten eines direkt zeigenden Kompensometers den jeweiligen Kompensationszustand feststellt, so daß das Netz im allgemeinen nicht mehr als ± 10 A falsch kompensiert ist.

Die zulässigen Strombelastungen der 30 kV-Kabel wurden der Belastungs-Charakteristik der BEWAG angepaßt, so daß Werte für Dauerbelastung, Morgenspitze und Abendspitze unterschiedlich auch für Sommer- und Winterbetrieb bestehen. Dadurch wird wirksamste Ausnutzung der Kabel gewährleistet.

Die lange Übung gestattet, in der zunächst verwirrenden Fülle von Kabeln und Sammelschienen fast vollkommene Beherrschung der Belastungen der einzelnen Betriebsmittel zu erzielen. Sowohl im Betrieb selbst als auch bei Umänderungen und Erweiterungen kann durch Vornahme der verschiedensten Schaltmanöver bzw. Umlegungen im allgemeinen der Stromverlauf willkürlich eingestellt werden.

Natürlich ist in dem so außerordentlich verzweigten Netz die Aufrechterhaltung einer besonders guten Schalt-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken) am 25. II. 1932. (Eine Besprechung hat nicht stattgefunden.)

[1] Elektr.-Wirtsch. 1930, Nr. 511

Digitized by Google

disziplin erforderlich. Um etwaige Störungen auf einen geringsten Umfang zu beschränken, darf im Normalfall an Werktagen nur zwischen 1 und 5 h nachts und Sonntags bis 1 h vor Dunkelwerden geschaltet werden, wobei selbstverständlich Transformatoren- und Maschinenschaltungen ausgenommen sind. Alle Schaltungen müssen zentral bei der Kommandostelle vorher angemeldet werden und werden von dort aus weitergegeben und genehmigt. Nur Schaltungen, die zur Behebung von Störungen oder zur Beseitigung von Gefahren erforderlich werden, können von den einzelnen Werken sofort und eigenmächtig ausgeführt werden. Auf einem großen vorgedruckten Netzplan werden alle Schalterstellungen und Schaltzustände nach den telephonischen Meldungen durch bunte Nadeln markiert, so daß jederzeit der erforderliche Überblick über das Gesamtnetz möglich ist.

Die Kommandostelle entwirft alljährlich Überholungspläne, nach denen die einzelnen Anlageteile überholt werden. Dadurch ist Gewähr gegeben, daß ohne Gefährdung der Betriebsicherheit doch jeder einzelne Teil sorgfältig und in Ruhe geprüft und gereinigt werden kann. Die Zahl der dabei rechtzeitig zur Entdeckung kommenden Fehlerquellen, wie lose Klemmstellen usw., ist erheblich, so daß einer regelmäßigen Überprüfung der Anlagen gar nicht genug Wert beigemessen werden kann.

Trotz aller dieser Maßnahmen wird das 30 kV-Netz eines Tages eine Grenze erreicht haben, oberhalb deren es nicht mehr als Ganzes betrieben werden kann, sondern geteilt werden muß. Wir glauben, daß für die BEWAG-Verhältnisse diese Grenze bei etwa 500 000 kW erreicht sein wird, und es ist vorgesehen, daß das Netz dann in mehrere, wahrscheinlich 3, Teile geteilt werden wird, mit einem 100 kV-Ring als Kupplung (Abb. 3).

Das uns den Fernstrom zuführende 100 kV-Netz, das im Besitz der Elektrowerke ist, hat ab Sommer 1930 für uns insofern ein erhöhtes Interesse bekommen, als aus dem früheren Betrieb von Stichleitungen zwischen den Kraftwerken der Elektrowerke und der BEWAG eine starke Verkupplung zwischen Netzgebieten entstanden ist, die von der polnischen Grenze über Schlesien, Berlin bis an die Grenze von Thüringen reichen.

Dadurch sind eine Reihe von Fragen, wie z. B. Relaisschutz, Spannungshaltung, Störungsklärung, Frequenzhaltung und Parallelbetrieb zu gemeinsamen Angelegenheiten beider Unternehmungen geworden.

Das 6 kV-Netz verbindet die 30/6 kV-Abspannwerke mit den Umformwerken, Stützpunkten und Großkonsumenten.

Die Netze sind abspannwerksweise voneinander getrennt und werden unkompensiert betrieben. Hier wird nach Möglichkeit der Betrieb auf der gleichen Basis wie im 30 kV-Netz geführt.

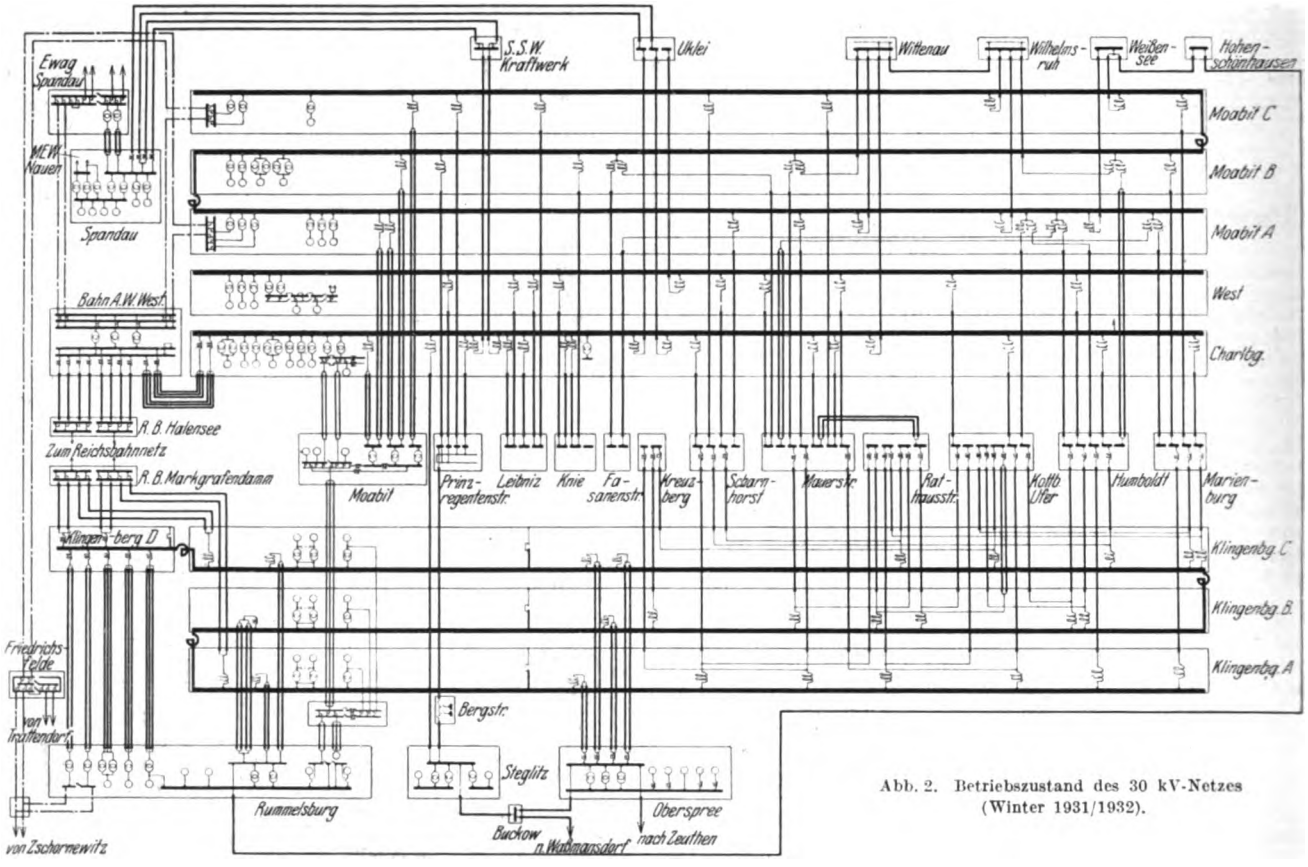


Abb. 2. Betriebszustand des 30 kV-Netzes (Winter 1931/1932).

Eigenbedarfs-Versorgung der Kraftwerke. Ursprünglich wurde der gesamte elektrische Eigenbedarf der Kraftwerke direkt von der Haupt-Sammelschiene aus mitversorgt. Das stellte bei Störungen das Betriebspersonal stets vor 2 Aufgaben, es mußte zunächst der Eigenbedarf in Gang gebracht werden und dann konnte die Versorgung der Konsumenten wieder aufgenommen werden. Bei den häufigen Störungen, die durch die Überlastung der Betriebsmittel in den ersten Nachkriegsjahren auftraten, entschloß man sich daher ohne Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit, den gesamten Eigenbedarf jedes Kraftwerkes durch besondere vom Hauptnetz getrennt gefahrene Maschinen decken zu lassen. Das

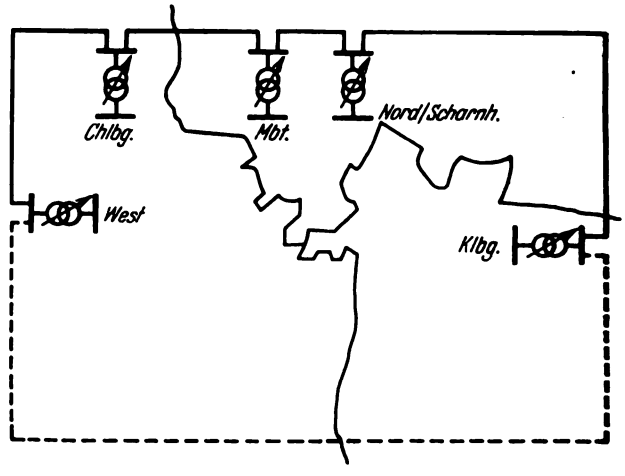


Abb. 3. Zukünftiger 100 kV-Ring mit Teilung des 30 kV-Netzes.

Digitized by Google

hielt zwar Netzstörungen von den Eigenbedarfsanlagen fern, hatte aber den Nachteil, daß bei Störungen an den Hausmaschinen umgekehrt dadurch der Hauptbetrieb in Mitleidenschaft gezogen wurde. Man führte dann aus Wirtschaftlichkeitsgründen den Unterschied zwischen wichtigem und unwichtigem Eigenbedarf ein, derart, daß die Teile der Eigenbedarfsanlage, die zur Aufrechterhaltung der Stromerzeugung lebenswichtig waren, durch eine besondere Hausmaschine, der Rest aber vom Hauptnetz aus gespeist wurden. Lange Zeit wurde der Betrieb in dieser Weise geführt, wobei je 2 Kraftwerke, im Westen Charlottenburg und Moabit und im Osten Klingenberg und Rummelsburg, von je einer Hausmaschine gemeinsam versorgt wurden.

Auf Grund der verschiedensten Betriebserfahrungen wurde im Winter 1930/31 eine ganz neue Aufteilung der Eigenbedarfsversorgung vorgenommen, nämlich so, daß die Eigenbedarfsanlage jedes Kraftwerkes in zwei gleichwichtige Hälften aufgeteilt wurde. Die eine dieser Hälften erhält ihre Speisung jeweils von der Hauptsammelschiene des betreffenden Kraftwerkes, während die anderen Hälften aller Werke durch besondere, vom Hauptnetz getrennte Kabel untereinander zu einem Eigenbedarfsondernetz verbunden sind, das durch eine einzige Hausmaschine gespeist wird (Abb. 4). Da man in der Wahl dieser Maschine ziemlich freie Hand hat, kann man es im allgemeinen so einrichten, daß die Wirtschaftlichkeit der Versorgung des Eigenbedarfsondernetzes nahezu die des Hauptnetzes erreicht. Dabei entstehen außerordentliche Vorteile für die Betriebsicherheit der Kraftwerke, insofern, als Netzstörungen sowohl des Haupt- wie des Sondernetzes und Fehler in den Eigenbedarfsanlagen selbst jeweils nur die Hälfte der Eigenbedarfsversorgung eines Werkes lahmlegen können. Es braucht also schlimmstenfalls nicht die schwierige Wiederinbetriebnahme eines völlig ohne jeden Eigenbedarf dastehenden Kraftwerks vorgenommen zu werden, sondern es ist nur nötig, die ausgefallenen Anlageteile auf den ungestört gebliebenen Eigenbedarf umzuschalten, ein Vorteil, den jeder Betriebsmann gar nicht hoch genug einzuschätzen wissen wird. Sollte in Zukunft einmal die Teilung des 30 kV-Netzes zur Wirklichkeit werden, so dürfte das auch zu anderen Speisungsmöglichkeiten der Eigenbedarfsanlagen führen.

(Schluß folgt.)

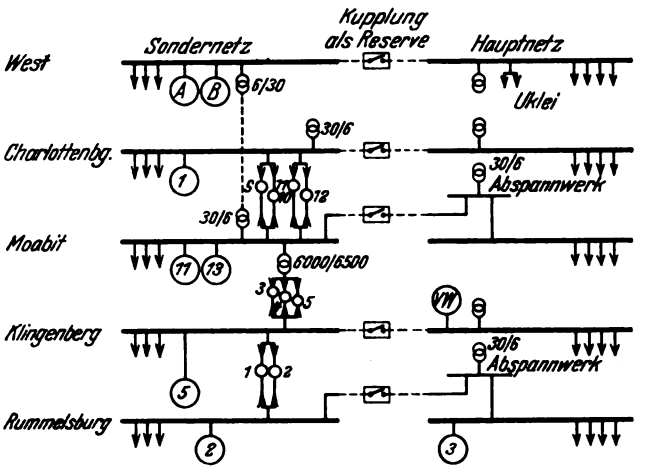


Abb. 4. Eigenbedarfs-Versorgung der Kraftwerke mit Sondernetz.

Die Bestimmung der Hochspannung bei Verlustfaktormessungen mit der Brücke.

(Mitteilung aus dem Hochspannungs-Laboratorium der T. H. Hannover.)

Von H. Schering und H. Brülle, Hannover.

Übersicht. Die Verlustmeßbrücke wird durch einen Zusatzkondensator zur Messung des Übersetzungsfaktors F des Hochspannungstransformators bei der jeweiligen kapazitiven Bürde verwendbar gemacht, so daß der Effektivwert der Hochspannung durch Multiplikation der gemessenen Primärspannung mit F ermittelt werden kann. An einer Meßreihe wird gezeigt, daß der Übersetzungsfaktor des Hochspannungstransformators von der Kapazitätsbürde erheblich, aber von der Höhe der Spannung praktisch unwesentlich abhängt, so daß es genügt, F bei einem Spannungswert zu bestimmen. Mißt man bei einer „Spannungsmarke" U_1 bei verschiedenen kapazitiven Bürden, deren Kapazität man nicht zu kennen braucht, F und den aufgenommenen Primärstrom I_1 und trägt F als Funktion von I_1 graphisch auf, so kann man später bei jeder vorliegenden Kapazitätsbürde nach Messung von I_1 bei U_1 aus der Eichkurve den zu der Bürde gehörenden Übersetzungsfaktor F entnehmen.

Bei Hochspannungsisolierungen mißt man den Verlustfaktor in seiner Abhängigkeit von der Spannung, um ein Urteil über die dielektrische Güte und Dauerhaftigkeit zu gewinnen. Der Verlustfaktor, das Verhältnis von Wirkwiderstand zu Blindwiderstand, ergibt sich aus der Brückenmessung direkt mit großer Genauigkeit, daneben ist noch die zugehörige Hochspannung zu messen, wobei eine Genauigkeit von 1 ··· 2 % durchaus genügt. Die bequemste Methode der Bestimmung des Effektivwertes der Hochspannung, nämlich Messung der Primärspannung und Multiplikation derselben mit dem Nenn-Übersetzungsverhältnis des Transformators wird aber bei Laboratoriumstransformatoren für hohe Spannungen wegen der meist erheblichen Streuinduktivität unzuverlässig.

Statische Hochspannungsmesser sind kostspielig, in der Höhe der Spannung begrenzt und für technische Massenmessungen nicht einfach genug. Kapazitive Spannungsteilung mit statischem Niederspannungsmesser mit dem zur Verlustfaktor-Messung dienenden Vergleichskondensator, wie sie von Jenss[1] angegeben ist, erlaubt die Spannungsmessung bis zur gleichen Höhe wie die Verlustmessung, sie zerstört aber die Einfachheit und Zuverlässigkeit der Verlustfaktor-Brücke und gibt dem nicht in Brükkenmessungen Erfahrenen Gelegenheiten zu Fehlern.

Am einfachsten und bequemsten ist es, den Übersetzungsfaktor des Hochspannungstransformators in Abhängigkeit von der angelegten Kapazität in einer Brücke zu messen[2]. Im folgenden wird hierfür eine neue Brückenschaltung angegeben, die sich eng an die Verlustfaktor-Brücke anschließt und daher bei Messungen des Verlustfaktors bequem angewendet werden kann.

Die Brückenschaltung.

Aus der normalen Schaltung zur Messung des Verlustfaktors sind geblieben (Abb. 1): der Vergleichs-Hochspannungskondensator C_2, der regelbare Widerstand R_3, der feste Widerstand $R_4 = 1000/\pi\,\Omega$, dem ein Dreikurbel-Glimmerkondensator C_4 parallel geschaltet ist. Die von dem Prüfling C_1 zum Brückenkasten führende abgeschützte Meßleitung ist von letzterer abgenommen und geerdet; die sekundäre Bürde des Transformators bleibt also ungeändert. Statt C_1 wird ein Kondensator C_5, der nicht verlustfrei zu sein braucht und dessen Verlust wir

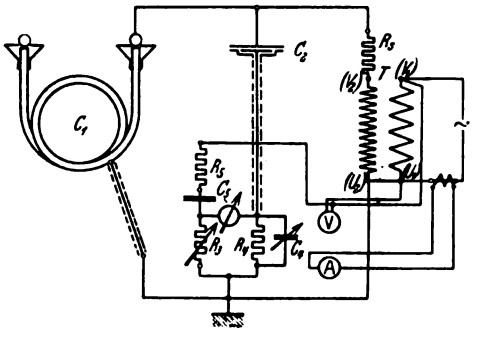


Abb. 1. Brückenschaltung.

[1] H. Jenss, ETZ 1931, S. 7.

[2] H. Schering, Z. Instrumentenkde. Bd. 44 S. 97 (1924).

Digitized by Google

uns durch einen Vorwiderstand R_5 repräsentiert denken können, mit einer Klemme an die Brücke, mit der anderen Klemme an die eine Primärklemme des Transformators gelegt, dessen andere Primärklemme geerdet ist; natürlich müssen die geerdeten Klemmen des Transformators auf der Primär- und der Sekundärseite einander entsprechen. Nach Einschalten der Spannung wird die Brücke mit R_3 und C_4 wie bei der Verlustfaktor-Messung abgeglichen.

Die Scheinwiderstände der Brückenzweige sind in komplexer Schreibweise

$$\mathfrak{Z}_5 = R_5 + \frac{1}{j\omega C_5} \qquad \mathfrak{Z}_2 = \frac{1}{j\omega C_2}$$

$$\mathfrak{Z}_3 = R_3 \qquad \mathfrak{Z}_4 = \frac{R_4}{1 + jR_4\omega C_4}$$

U_1 ist die primäre, U_2 die sekundäre Spannung; mit U_2 bezeichnen wir im folgenden stets den um 180 ° herumgeklappten, also gegen U_1 nur einen geringen Phasenunterschied ε zeigenden Vektor von U_2. Das Vibrationsgalvanometer wird stromlos, wenn die Spannung am Zweige 3 nach Größe und Phase gleich der Spannung am Zweige 4 ist:

$$\frac{\mathfrak{U}_1}{\mathfrak{Z}_5 + \mathfrak{Z}_3}\,\mathfrak{Z}_3 = \frac{\mathfrak{U}_2}{\mathfrak{Z}_2 + \mathfrak{Z}_4}\,\mathfrak{Z}_4.$$

Es ist nun

$$\mathfrak{Z}_5 + \mathfrak{Z}_3 = R_5 + \frac{1}{j\omega C_5} + R_3 = \frac{1}{j\omega C_5}(1 + j\,\mathrm{tg}\,\gamma);$$

zur Abkürzung schreiben wir

$$\mathrm{tg}\,\gamma = +(R_5 + R_3)\,\omega C_5; \quad \mathrm{tg}\,\delta = +R_4\,\omega C_4. \tag{1}$$

Ferner ist

$$\mathfrak{Z}_2 + \mathfrak{Z}_4 = \frac{1}{j\omega C_2}\cdot\left[1 + j\,\frac{R_4\omega C_2}{1 + j\,\mathrm{tg}\,\delta}\right].$$

Die Kapazität des Hochspannungs-Meßkondensators ist nun so klein, daß das letzte Glied gegen 1 vernachlässigbar ist (z. B. $C_2 = 100 \cdot 10^{-12}$ F, bei 50 Hz ist $R_4\omega C_2 = 1 \cdot 10^{-5}$). Der Übersetzungsfaktor $\ddot{u}$ wird dann:

$$\ddot{u} = \frac{\mathfrak{U}_2}{\mathfrak{U}_1} = \frac{C_5 R_3 (1 + j\,\mathrm{tg}\,\delta)}{C_2 R_4 (1 + j\,\mathrm{tg}\,\gamma)}. \tag{2}$$

Gehen wir zu den Effektivwerten über und vernachlässigen wir erlaubterweise die 4. Potenzen der tg δ und tg γ, so erhalten wir

$$F = \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_5 R_3}{C_2 R_4}\left[1 + \frac{K}{100}\right]; \quad K = \frac{1}{2}\,(\mathrm{tg}^2\,\delta - \mathrm{tg}^2\,\gamma)\cdot 100\,\%. \tag{3}$$

Das Korrektionsglied K ist, wie wir weiter unten sehen werden, meist praktisch vernachlässigbar. Der Phasenverschiebungswinkel ε zwischen U_2 und U_1 interessiert an sich nicht, aber wir müssen ihn berechnen, um festzustellen, ob oder wie wir immer zu einer Brückenabgleichung kommen. Aus Gl. (2) ergibt sich für unter diesem Zweck erlaubter Vernachlässigung der quadratischen Glieder

$$\mathrm{tg}\,(U_2, U_1) = \mathrm{tg}\,\varepsilon = \mathrm{tg}\,\delta - \mathrm{tg}\,\gamma. \tag{4}$$

Ist ε positiv, so eilt U_2 um den Winkel ε vor U_1 voraus. Bei einem sekundär unbelasteten Transformator kann, wie wir von den Spannungswandlern wissen, ε positiv oder negativ sein, es hängt das von dem Verhältnis des Blindwiderstandes $\omega\lambda_1$ der primären Streuinduktivität zum primären Spulenwiderstand r_1 und von der Phasenverschiebung φ_0 des Leerlauftromes I_0 ab, wie es das übertrieben gezeichnete Diagramm Abb. 2 veranschaulicht.

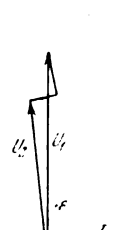


Abb. 2. Diagramm des unbelasteten Transformators.

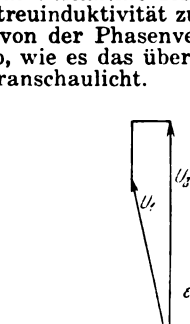


Abb. 3. Diagramm des kapazitiv belasteten Transformators.

Bei einem sekundär mit Kapazität stark belasteten Transformator wird ε negativ, wie das Diagramm Abb. 3 zeigt, bei dem der Einfachheit halber der Leerlaufstrom als verschwindend gegen den primären Laststrom angenommen ist. Wir sehen auch, daß bei Leerlauf wegen der primären Streuinduktivität die mit dem Windungsverhältnis w_1/w_2 auf die Primärseite reduzierte sekundäre Spannung U_2 kleiner als U_1 ist (praktisch allerdings unmerklich), daß dagegen bei kapazitiver Bürde wegen der Gesamt-Streuinduktivität U_2 merklich größer als U_1 ist, und zwar um so mehr, je größer die Streuinduktivität und je größer bei gegebener Spannung der Strom, also die Belastungskapazität ist.

Wir müssen also bei kapazitiver Bürde die Brückenabgleichung für erhebliche negative Winkel ε einrichten. Mit C_4, d. h. tg δ, können wir aber nach Gl. (4) nur solche Winkel ε ausgleichen, die positiv sind oder negativ kleiner als γ. Man könnte daran denken, den Kurbelkondensator als C_3 parallel zum Zweige 3 zu schalten, aber die damit erzielbare Phasenverschiebung $R_3\,\omega\,C_3$ würde nicht immer ausreichen, zumal R_3 auch kleiner als R_4 sein kann. Am bequemsten ist es, tg γ durch Vorschalten einiger weniger Widerstandstufen R_5 ganz grob veränderbar zu machen und mit C_4, also tg δ dann die Brückenabgleichung vorzunehmen[3].

Der Kondensator C_5. — Mit dem veränderten Widerstand R_3 haben wir für die Brückenabgleichung so weiten Spielraum, daß wir bei geeigneter Wahl der Größe von C_5 mit einem Kondensator die meisten praktisch vorkommenden Übersetzungsverhältnisse beherrschen können. Bei häufig wiederkehrenden technischen Messungen ist es nützlich, die Größen so zu wählen, daß die Rechnung sehr einfach wird. Wir wählen deshalb

$$C_5 = \frac{10^{-6}}{10\,\pi}\ \mathrm{F} = 0{,}031\,83_1\ \mu\mathrm{F}.$$

Da $R_1 = \frac{1000}{\pi}\ \Omega$ ist, vereinfacht sich für $\omega = \pi \cdot 100$, d. h. $f = 50$ Hz die Gl. (3) zu

$$F = \frac{U_2}{U_1} = \frac{100\,R_3}{C_2 \cdot 10^{+12}}\left[1 + \frac{K}{100}\right]. \tag{5}$$

Bei dem Preßgaskondensator von H & B für Spannungen bis zu 150 kV mit $C_2 = 100 \cdot 10^{-12}$ F wird also, abgesehen von dem kleinen Korrektionsglied K direkt $F = R_3$, also unmittelbar ablesbar. Für höhere Sekundärspannungen ist C_2 kleiner, entsprechend aber auch der Übersetzungsfaktor der Transformatoren in der Regel entsprechend größer.

Der zur Brückenanordnung gehörige Widerstand R_3 ist höchstens auf 1111 Ω einzustellen, bei niedriger primärer Nennspannung und großem Übersetzungsfaktor, z. B. 150/0,11 kV, müssen aber bei dem obigen Preßgaskondensator größere Werte von R_3 eingestellt werden. Bei dieser Übersetzungsfaktor-Messung kann unbedenklich ein Zusatzwiderstand von einigen 1000 Ω in den Zweig R_3 eingeschaltet werden (zweckmäßig auf der nicht geerdeten Seite), da es hierbei nicht auf eine so außerordentlich genaue Winkelbestimmung wie bei der Verlustfaktor-Messung ankommt, bei der durch Erdkapazitäten parallel zu R_3 bei hohen Werten von R_3 Winkelfehler entstehen können.

Durch den gewählten Wert von C_5 wird auch die Berechnung von tg γ und K einfach. Es ist, wenn C_4 in Mikrofarad eingesetzt wird,

$$\mathrm{tg}\,\gamma = 0{,}1\left[\frac{R_5 + R_3}{10\,000}\right]; \quad \mathrm{tg}\,\delta = 0{,}1\,C_4$$

$$K = \frac{1}{2}\left\{\left[\frac{R_5 + R_3}{10\,000}\right]^2 - C_4^2\right\}\%$$

$$\mathrm{tg}\,\varepsilon = -(\mathrm{tg}\,\gamma - \mathrm{tg}\,\delta).$$

Papierkondensatoren erschienen nicht betriebsicher genug, sie haben auch einen unbequem hohen Temperaturkoeffizienten der Kapazität von 0,08 % je ° C. Wir wählten einen Minos-Plattenverdichter von Schott & Gen. in Jena, mit einer Prüfspannung von 6000 V; der Temperaturkoeffizient der Kapazität war nur etwa 0,01 % je ° C. Da die Kapazität mit $0{,}032\,09_3\ \mu$F um 0,8 % gegen den Sollwert $0{,}031\,83_1$ zu groß ausgefallen war, glichen wir ihn durch Vorschalten von 4 μF-Papierkondensatoren (vgl. Abb. 5) auf $0{,}031\,86_0\ \mu$F ab, so daß C_5 nur um 0,1 % zu groß ist. Der Verlustfaktor war vernachlässigbar klein.

Die Brückenempfindlichkeit. — Verstellen wir nach Abgleichen der Brücke den Widerstand R_3 um $\mathrm{d}R_3$, so fließt durch das Vibrationsgalvanometer

[3] Bemerkung bei der Korrektur: G. Yoganandam hat im J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 192 (1930) eine, wie ich nachträglich bemerkt habe, ähnliche Schaltung angegeben, bei der C_5 ein veränderbarer Glimmerkondensator ist und negative Winkel ε nicht durch Widerstandstufen R_5, sondern durch den Kurbelkondensator C_3 parallel R_3 abgleichbar gemacht werden.

Digitized by Google

mit dem Wirkwiderstand $R_0 \approx 100\ \Omega$ ein Strom I_0, der sich mit genügender Annäherung durch die Gleichung:

$$I_0 = \left(\frac{dR_3}{R_3}\right) \frac{U_1 \omega C_5 R_3}{R_3 + R_4 + R_0}$$

berechnen läßt. Das Vibrationsgalvanometer gibt eine Bildverbreiterung von etwa 1 mm für $1 \cdot 10^{-7}$ A. Die Bildverbreiterung a durch die Verstellung von R_3 um 1 % ist dann

$$a = \frac{U_1}{1 + \frac{420}{R_3}} \text{ in mm je \%.}$$

Danach berechnet sich für einen Transformator mit dem Nennübersetzungsfaktor 150/0,22 kV mit dem Preßgaskondensator $C_2 = 100\ \mu\mu F$ der Wert von $R_3 = 680\ \Omega$; für $U_1 = 20$ V, also weniger als ein Zehntel der Nennspannung, wird $a = 12$ mm je % Änderung von R_3, das ist eine gut passende Empfindlichkeit.

Die Auswahl der Widerstandstufen R_5. — Bestimmt man am sekundär kurz geschlossenen Transformator bei der primären Nennstromstärke die „Kurzschlußspannung" u_k nach den VDE-Regeln in Prozent der Nennspannung sowie den Leistungsfaktor $\cos \varphi_k$, so ist bei Belastung des Transformators mit einer Kapazität C_n, die für die primäre Nennspannung gerade den primären Nennstrom, also Nennlast, ergeben würde, die Phasenabweichung ε_n angenähert gegeben durch

$$\operatorname{tg} \varepsilon_n \approx -\frac{u_k}{100} \cos \varphi_k ,$$

wenn bei Leerlauf $\operatorname{tg} \varepsilon_0 = 0$ ist. Der $\cos \varphi_k$ wächst durch Vermehrung des Widerstandes sekundär oder primär, es ist also zweckmäßig, den Spannungsmesser für die Primärspannung mit einer besonderen Doppelleitung an die Primärklemmen des Transformators anzuschließen, nicht etwa an den Anfang eines langen Zuführungskabels zum Transformator, und entsprechend den Übersetzungsfaktor F zu messen.

Bei unserer Transformatorkaskade 250/0,5 kV, 100 kVA, ist nachträglich zum Schutz gegen Spannungstöße sekundär ein unifilar auf einen großen Hartpapierzylinder aufgewickelter Schutzwiderstand $R_s \approx 37\,000\ \Omega$ angesetzt. Es wurden gemessen und berechnet:

	U_k	$\cos \varphi_k$	$\operatorname{tg} \varepsilon_n$
ohne R	29,2 %	0,18	0,05₄
mit R	30,2 %	0,31	0,09₃

Es wurden daher die Widerstandstufen für R_5 zu 15 000, 10 000, 5000 und 0 Ω gewählt, so daß, wenn wir R_3 unberücksichtigt lassen, $\operatorname{tg} \gamma$ in Stufen von je — 0,05 geändert werden kann bis — 0,15. Da man $\operatorname{tg} \delta$ mit dem Kondensator C_4 zwischen 0,00 und + 0,10 variieren kann, so ist eine bequeme Abgleichung in einander weit überlappenden Bereichen möglich.

Die Anordnung.

Stellt man den von der Primärspannung gespeisten Kondensator C_5 unmittelbar neben den Brückenkasten, so erhält man durch das elektrische Feld merkliche Fehler der Brückeneinstellung. Der Kondensator C_5 ist daher mit Vorwiderständen R_5 in einen mit Stanniol ausgeklebten Holzkasten eingebaut. Der Verbindung des Kondensators mit der Klemme C_1 des Brückenkastens dient eine Leitung in geerdeter Metallschlauchhülle von 1,5 m Länge, so daß der Kondensatorkasten in einiger Entfernung von der Brücke aufgestellt werden kann; der Anschluß der abgeschützten Leitung am Kondensatorkasten wird mit einer 2poligen konzentrischen Steckvorrichtung bewirkt, der äußere Kontakt verbindet den Stanniolbelag des Kastens mit der geerdeten Schlauchhülle. Von den Widerstandstufen R_5 führen Verbindungen zu Klemmen am Deckel des Kastens, an die wahlweise die Leitung zu der Spannung

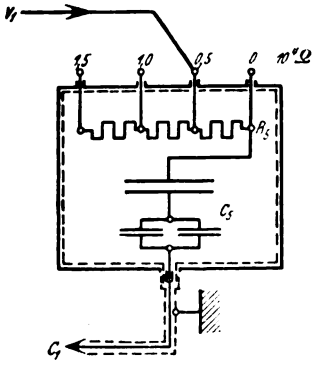


Abb. 4. Abgestützter Kondensator C_5 mit Widerstandstufen.

gegen Erde führenden Primärklemme V_1 des Transformators angeschlossen wird (Abb 4)[4].

Sollte eine Erdung der Primärklemme des Transformators nicht zulässig sein, etwa wenn er aus einem Netz über einen Regeltransformator in Sparschaltung gespeist wird, so empfiehlt es sich, an die Primärklemmen des Transformators einen passenden Spannungswandler dauernd anzuschließen, der sekundär einpolig geerdet den Spannungsmesser speist, es wird dann als F das Verhältnis der Oberspannung des Transformators zur Sekundärspannung des Spannungswandlers gemessen.

Versuche.

Unser Transformatorsatz 250/0,5 kV (100 kVA) besteht aus zwei nach dem Dessauer-Prinzip in Kaskade geschalteten Transformatoren für je 125 kV. Als Hochspannungs-Meßkondensator C_2 diente ein Schutzring-Plattenkondensator in Luft, dessen kleine Kapazität mit einem Spannungswandler für 25 kV (Normalwandler für Spannungswandler-Eichung) mit der oben beschriebenen Brücke in folgender Weise genauer als mit anderen Methoden bestimmt wurde. In der Schaltung nach Abb. 1 wurde statt der Unterspannungseite des Arbeitstransformators die 50 V-Wicklung des Normalwandlers angeschlossen, dessen 25 kV-Wicklung von dem ersteren erregt wurde. Aus dem Übersetzungsverhältnis des Spannungswandlers, das sehr genau bekannt ist, ergab nach Abgleichung der Brücke die Gl. (5) den genauen Wert von C_2 zu $13{,}19 \cdot 10^{-12}$ F. Nach Umschaltung gemäß Abb. 1 wurden dann die Meßreihen der Zahlentafel 1 bei verschiedenen Belastungen mit Kabelstücken und Kondensatoren vorgenommen, die Kapazität C_b derselben wurde mit einer Tonfrequenzbrücke gemessen. $C_b = 0$ bedeutet, daß sekundär nur die Hochspannungsleitung und der Meßkondensator eingeschaltet war. In Zahlentafel 1 ist die Abweichung

Zahlentafel 1. Meßergebnisse.

U_1	Frequenz 50 Hz		48 Hz
	$C_b = 0$	$C_b = 3660\ \mu\mu F$	$C_b = 3660\ \mu\mu F$
	a %	a %	a %
450	— 1,0	—	
300	— 0,14	—	
200	+ 0,2	+ 26,9	
150	+ 0,2	+ 27,0	
100	+ 0,0	+ 26,8	+ 24,5
70	— 0,1	+ 26,4	
50	— 0,4	+ 26,1	
35	— 0,6	+ 25,6	
25	— 1,0	+ 25,3	
R_5	5 000 Ω	15 000 Ω	
R_s	66 Ω	85 Ω	
C_4	0,40 μF	0,45 μF	
$\operatorname{tg} \varepsilon =$	— 0,010	— 0,106	
K	— 0,05%	— 1,04%	

a des Übersetzungsfaktors F vom Nennwert 500 in Prozent angegeben. Die Primärspannung ist also mit $500(1 + a/100)$ zu multiplizieren, um den Wert der Hochspannung zu erhalten. Außerdem sind die Werte von R_3, R_5, C_4, $\operatorname{tg} \varepsilon$ und das Korrektionsglied K angegeben; dasselbe ist bei der Berechnung von a berücksichtigt. Bei den Versuchen war der sekundäre Schutzwiderstand R_s eingeschaltet.

Man sieht, der Übersetzungsfaktor ändert sich nur wenig bei Änderung der Primärspannung, es genügt also, bei einer mittleren Spannung der Verlustmeßreihe den Übersetzungsfaktor zu messen.

Bei der Belastung mit $C_b = 3660\ \mu\mu F$ nahm der Transformator primär bei 202,5 V einen Strom von 82,5 A auf, dem entspricht bei 500 V ein Strom von 203 A, also zufällig nahezu der Nennstrom 200 A; der oben für diesen zum Zweck der Abschätzung näherungsweise berechneten Wert $\operatorname{tg} \varepsilon_n = 0{,}093$, d. h. $\varepsilon_n = 5° 19'$, stimmt mit dem gemessenen $\operatorname{tg} \varepsilon = 0{,}106$, d. h. $\varepsilon = 6° 3'$, befriedigend überein, da zu dem geschätzten Winkel ε_n noch der Winkel bei Leerlauf $\operatorname{tg} \varepsilon_0 = 0{,}01$, d. h. $\varepsilon_0 = 35'$ hinzukommt. Daß die Frequenz einen Einfluß auf den Übersetzungsfaktor bei merklicher kapazitiver Belastung hat, wie der obige Wert bei 48 Hz zeigt, ist verständlich, da sowohl der Blindwiderstand der Kapazität als auch der Streuinduktivität von der Frequenz abhängig ist, und zwar ist a proportional dem Quadrat der Frequenz, wie sich theoretisch nachweisen läßt.

Die folgende Meßreihe (Zahlentafel 2, S. 54) ist bei gleicher Spannung und verschiedenen kapazitiven Belastungen aufgenommen.

Durch eine solche Meßreihe ist der Transformator in bezug auf seinen Übersetzungsfaktor F geeicht. Trägt

[4] Der abgeschützte Zusatzkondensator C_5 ist von der Firma Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M., zu beziehen. (D.R.P. angem.)

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Meßergebnisse.

C_b $\mu\mu$F	U_1 V	I_1 A	a %	R_5	R_s	C_4 μF	tg ε	K %
0	99,6	2,56	+ 0,0	5 000	66	0,40	—0,010	—0,05
1010	99,6	11,3	+ 6,4	5 000	70	0,18	—0,033	—0,11
1600	99,6	16,9	+10,5	5 000	73	0,03	—0,047	—0,13
2070	99,6	21,2	+13,4	10 000	75	0,43	—0,058	—0,41
2610	99,6	27,9	+18,1	10 000	78	0,26	—0,075	—0,47
3080	99,6	32,9	+21,5	10 000	81	0,15	—0,086	—0,50
3660	100,0	40,5	+26,8	15 000	85	0,45	—0,106	—1,04

man F als Funktion von I_1 bei der Spannungsmarke U_1 (in diesem Falle 100,0 Skt = 99,6 V) auf (Abb. 5), so braucht man später die Messung von F nicht bei jeder Verlustwinkelmessung zu wiederholen, es genügt, den Strom I_1 bei der Spannungsmarke U_1 zu messen und aus der Eichkurve F zu entnehmen.

Man braucht also nicht die Kapazität des Prüfobjektes zu kennen, auch bei der Eichung nicht. Die Korrektionen K sind nur wegen des sekundär eingebauten Schutzwiderstandes R_s merklich. Ohne denselben würden die obigen Meßpunkte, ausgenommen den letzten, mit $R_5 = 5000\,\Omega$ aufgenommen werden können, wobei $K \leqq -0{,}13\,\%$ sein würde.

Durch diese einfache Zusatzmessung des Übersetzungsfaktors F in der um den Kondensator C_5 erweiterten Verlustfaktorbrücke kann man also mit einer andere

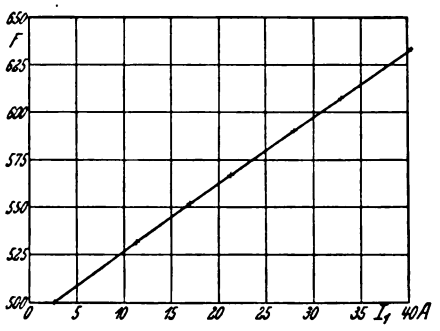


Abb. 5. Eichkurve des Transformators. Übersetzungsfaktor F in Abhängigkeit von der Primärstromstärke bei der Spannungsmarke $U = 99{,}6$ V.

Methoden der Hochspannungsmessung weit übersteigenden Zuverlässigkeit in bequemer Weise bei der Verlustfaktormessung die Hochspannung aus der Primärspannung ermitteln.

Messungen von Wellenwiderstand und Scheinwiderstand von symmetrischen und unsymmetrischen Freileitungen bei hohen Frequenzen.

(Im Auftrage der „Kommission für Rundfunkstörungen" des VDE zusammengestellt.)

Von **A. Clausing**, Berlin.

Übersicht. Die Kenntnis des Wellenwiderstandes von Freileitungen ist für die verschiedensten Gebiete der Hochfrequenztechnik, besonders für die Klärung der Ausbreitung von Rundfunkstörungen auf Freileitungen, von großer Wichtigkeit. Von der Firma Siemens & Halske sind derartige Messungen auf Anregung des VDE ausgeführt worden. Über die Ergebnisse soll im folgenden berichtet werden. Die Kommission für Rundkunkstörungen ist der Firma Siemens & Halske und ihren Herren Thilo und Dr. Wolff zu großem Dank verpflichtet.

Kurze Zusammenfassung der theoretischen Zusammenhänge.

Der Wellenwiderstand einer homogenen Doppelleitung ist bekanntlich gegeben durch den Ausdruck

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{G}}},$$

wobei $\mathfrak{R}$ der Längswiderstand und $\mathfrak{G}$ der komplexe Querleitwert je Längeneinheit ist.

$$\mathfrak{R} = R + j\omega L, \qquad \mathfrak{G} = G + j\omega C.$$

Im allgemeinen ist $\frac{R}{\omega L}$ und $\frac{G}{\omega C}$ klein, dann folgt

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{L}{C}}\sqrt{\frac{1+\frac{R}{j\omega L}}{1+\frac{G}{j\omega C}}} \approx \sqrt{\frac{L}{C}}\left(1+\frac{R}{2j\omega L}-\frac{G}{2j\omega C}\right)$$

$$= \sqrt{\frac{L}{C}}(1+j\delta).$$

δ ist der kleine Phasenwinkel des Wellenwiderstandes und ist gegeben durch

$$\delta = \frac{1}{2}\left(\frac{G}{\omega C}-\frac{R}{\omega L}\right).$$

Im allgemeinen überwiegt das zweite Glied in der Klammer, der Phasenwinkel ist dann negativ. Mit steigender Frequenz, also bei Hochfrequenz, nähert sich $\mathfrak{Z}$ einem reellen Grenzwert

$$Z_\infty = \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Diese Formel gilt theoretisch für beliebig hohe Frequenzen. Ungleich schwieriger ist die Messung des Wellenwiderstandes.

Nach der Leitungstheorie, die wir hier als bekannt voraussetzen dürfen, ist der Wellenwiderstand das geometrische Mittel aus Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand der Freileitung:

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\mathfrak{R}_L\,\mathfrak{R}_K}.$$

Diese Widerstände sind theoretisch gegeben durch

$$\mathfrak{R}_L = \mathfrak{Z}\,\mathfrak{Ctg}\,\mathfrak{g}, \qquad \mathfrak{R}_K = \mathfrak{Z}\,\mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g}.$$

In diesen Gleichungen stellt $\mathfrak{g}$ das sog. Übertragungsmaß $\mathfrak{g} = l\sqrt{\mathfrak{R}\,\mathfrak{G}}$ dar. Bei verlustarmen Leitungen gilt mit großer Annäherung

$$\mathfrak{g} = j\omega l\sqrt{LC} = ja.$$

Dann wird

$$\mathfrak{R}_L = -j\,\mathfrak{Z}\,\mathrm{ctg}\,a, \qquad \mathfrak{R}_K = j\,\mathfrak{Z}\,\mathrm{tg}\,a.$$

Sowohl tg wie ctg durchlaufen in Funktion von a bzw. der Frequenz eine unendliche Folge von abwechselnden Null- und Unendlichkeitstellen in der Weise, daß immer

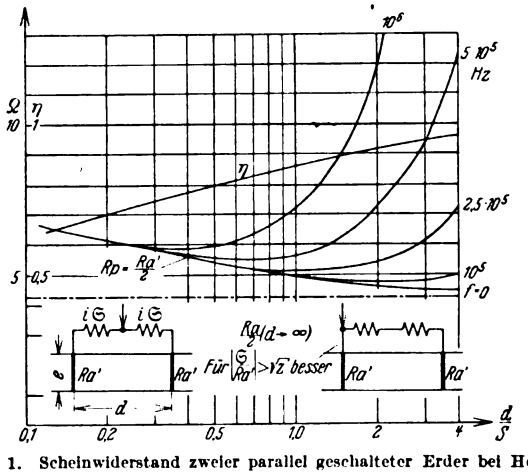


Abb. 1. Scheinwiderstand zweier parallel geschalteter Erder bei Hochfrequenz, abhängig von ihrer Entfernung.

die eine Funktion Null ist, wenn die andere den Wert unendlich annimmt und umgekehrt. Eine Unendlichkeitsstelle folgt immer, wenn a um π gewachsen ist, das entspricht einer Frequenzsteigerung von

$$\Delta\omega = \frac{\pi}{l\sqrt{LC}}.$$

Digitized by Google

Bei Doppelleitungen in Luft ist sehr annähernd $1/\sqrt{LC} = v$, d. h. gleich der Lichtgeschwindigkeit, und es folgt:

$$\Delta f = \frac{v}{2l}.$$

Mit dieser Formel kann man leicht anschaulich abschätzen, wie die Extremwerte aufeinander folgen. Für eine Leitungslänge von 2 km folgt beispielsweise eine Unendlichkeitstelle auf die andere in einem Frequenzband von nur 75 kHz. Zwischen zwei Unendlichkeitstellen der beiden

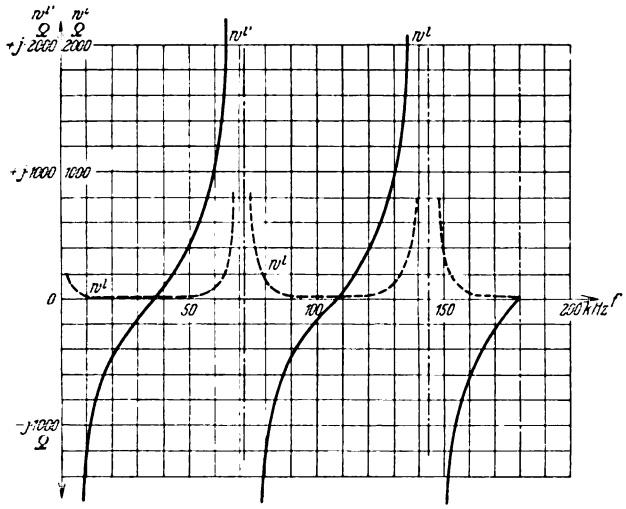


Abb. 2. Leerlaufwiderstand $W^l = w^l + jw^{l'}$ der 2 km langen Freileitung (3 mm Cu).

Widerstände liegt sogar nur die Hälfte, nämlich 37,5 kHz. Dieser Abstand bleibt immer derselbe, unabhängig davon, wie groß die Frequenz an sich ist. Für die Genauigkeit der Messung kommt es darauf an, wie weit die Frequenz im einzelnen Frequenzabschnitt bei Leer- und Kurzschlußmessung konstant gehalten werden kann. Mit wachsender

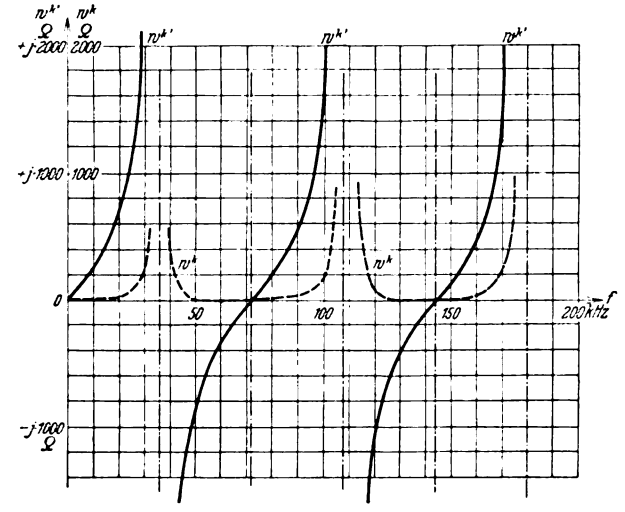


Abb. 3. Kurzschlußwiderstand $W^k = w^k + jw^{k'}$ der 2 km langen Freileitung (3 mm Cu).

Meßfrequenz werden daher ungeheure Anforderungen an die Konstanz des Schwingungsgenerators gestellt, wenn der Wellenwiderstand auf 2 ··· 3 % genau gemessen werden soll, außerdem ist eine immer größere Zahl von Messungen notwendig. Man kann berechnen, daß bis 700 kHz 280 Messungen vorgenommen werden müssen. Weiter kann man feststellen, daß bei 600 kHz eine Frequenzkonstanz von 1/00 vorhanden sein muß, ohne Berücksichtigung der etwa bei der Brückenmessung auftretenden Fehler, wenn der Wellenwiderstand auch nur auf ± 10 % genau gemessen werden soll. Aus diesen Angaben erklären sich die großen Schwierigkeiten, die man bei der Nachprüfung eines theoretisch geforderten Wellenwiderstands-Verlaufs bei Hochfrequenz hat.

Bei der Messung einer Einfachleitung kommt noch der sehr beträchtliche Einfluß der Erdung auf die Eingangswiderstände dazu. Er kann die merkwürdigsten Frequenzgänge vortäuschen. Bei einer solchen Leitung kommt es sehr auf die Verteilung des Rückleitungstromes in der Erde an[1]. Je größeren Abstand ein Stromfaden vom Fußpunkt der Leitung hat, desto größer ist die entsprechende Induktivität der so gebildeten Schleife. Bei höheren Frequenzen ist daher eine „Stromverdrängung" oder besser Zusammendrängung unter der Leitung zu beobachten. Auf Grund der in den angegebenen Arbeiten aufgestellten Theorien kann man eine „Rückstromzone" definieren. Die Grenze dieser Zone ist der Abstand von der Leitung, in der die Stromdichte auf rd. 1 % ihres

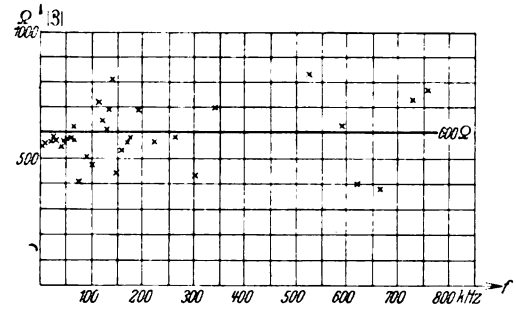
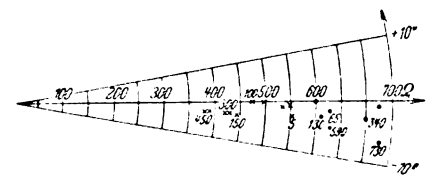


Abb. 4. Wellenwiderstand, errechnet aus den Meßwerten von Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand der 2 km langen Leitung (3 mm Cu).

Maximalwertes gesunken ist. Bei einer Frequenz von 1000 kHz ist diese Zone nur noch etwa das 10fache der Leitungshöhe breit. Überhaupt lassen sich bei höheren Frequenzen die Ausbreitungsvorgänge in der Erde nicht mehr unabhängig von den Leitungsverhältnissen über der Erde behandeln.

Abb. 5. Wellenwiderstand Z der 2 km langen Freileitung (3 mm Cu), errechnet aus den Meßwerten für Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand in Polarkoordinaten.



Infolge des endlichen Erdungs-Übergangswiderstandes befindet sich die Umgebung eines in die Erde gesteckten Leiters noch nicht auf Erdpotential. Erst in größerer Entfernung kann man „die Erdung als vollzogen ansehen". Die Kurve, nach der das Potential absinkt, ist der Erzeugenden eines Trichters sehr ähnlich, man spricht daher von einem „Ausbreitungstrichter". Seinen Durchmesser kann man für einfache Leiterformen berechnen, wenn man als seine Grenze den Abstand angibt, in der das Erdpotential bis auf x % erreicht ist. Bei einem stabförmigen Erder von der Länge l und dem Durchmesser d_0 erhält man[2]

$$r = \frac{l}{x \ln \frac{4l}{d_0}}.$$

Verwendet man mehrere Erder, so wird man sie mit Rücksicht auf die begrenzte Rückleitungszone nicht in großen Abständen quer zur Leitung anordnen. Während man bei niedrigen Frequenzen die wirksamste Erdung dann erhält, wenn man die Erder so weit auseinandersetzt, daß sich die Ausbreitungstrichter höchstens gerade noch berühren, spielen bei größeren Frequenzen die Induktivitäten der Verbindungsleitungen bereits eine immer größere Rolle, und man wird daher ein Optimum bei einem bestimmten Abstand erwarten, der in Funktion der Frequenz immer kleiner wird. Abb. 1 stellt das Zusammenarbeiten zweier stabförmiger Erder bei verschiedenen Abständen und Frequenzen dar. Die Kurven wurden auf Grund der oben zitierten Arbeiten berechnet. Bis zu Frequenzen von 10^5 Hz ist in diesem Beispiel die Frequenz zu vernachlässigen. Mit wachsender Frequenz tritt ein Minimum des Scheinwiderstandes auf, das sich immer mehr nach geringeren Abständen unter gleichzeitiger Erhöhung des im Minimum erreichbaren Wertes verschiebt.

[1] Rüdenberg, Z. angew. Math. Mech. Bd. 5, S. 361 (1925). — Pollaczek, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 339 (1926); Bd. 4, S. 18 (1927). — Carson, Bell Syst. techn. J. Bd. 5, S. 539 (1926).

[2] Vgl. z. B. Ollendorf, Erdströme, Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

Digitized by Google

Als Beispiel sei angegeben, daß ein Staberder von 4 m Länge, 8 cm Dmr. bei einer guten Bodenleitfähigkeit von $\sigma = 2{,}5 \cdot 10^{-4}\,\Omega^{-1}\,cm^{-1}$ einen Erdungswiderstand von 8,5 Ω besitzt. Ein Stab von 1,5 m Länge und 8 mm Dmr. hat bei einer den oberen Erdschichten entsprechenden Leitfähigkeit von rd. $0{,}5 \cdot 10^{-4}\,\Omega^{-1}\,cm^{-1}$ einen Erdwiderstand von sogar 140 Ω, der bei längerem Frost bis auf 700 Ω anwachsen kann. Man erkennt aus diesen Werten, daß die Erdungsfrage bei der Messung von Einfachleitungen eine ausschlaggebende Rolle spielt.

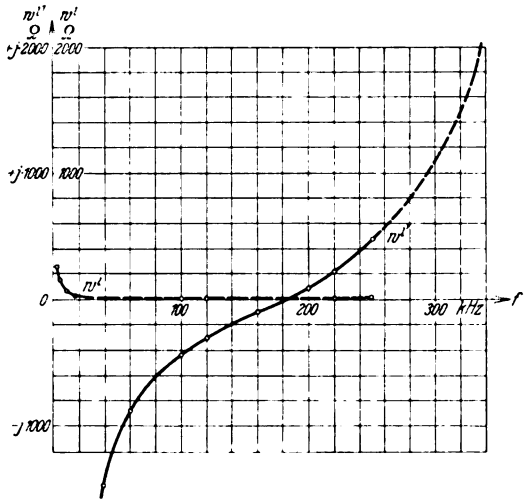


Abb. 6. Leerlaufwiderstand $W^l = w^l + j\,w^{l'}$ der 400 m langen Freileitung (3 mm Cu).

2. Die Messungen.

Für die Messungen standen zwei doppeladrige Leitungen auf dem Gelände des Siemens-Kabelwerkes in Gartenfeld zur Verfügung (RP-System, 3 mm Cu bei einer Länge von 0,4 bzw. 2 km). Der Wellenwiderstand wurde durch Messung von Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand mit Hilfe der Hochfrequenzbrücke nach Küpfmüller (Type: Rel. br. 2006 b) ermittelt. Die Frequenzen bis 200 kHz wurden mit Laborgeräten erzeugt und gemessen, während für die darüberliegenden Frequenzen die zur Brücke gehörenden Einrichtungen verwendet werden konnten. Mit Rücksicht auf die Zahl der Meßpunkte und die Frequenzgenauigkeit erstreckten sich die Messungen vorläufig nur bis 200 kHz.

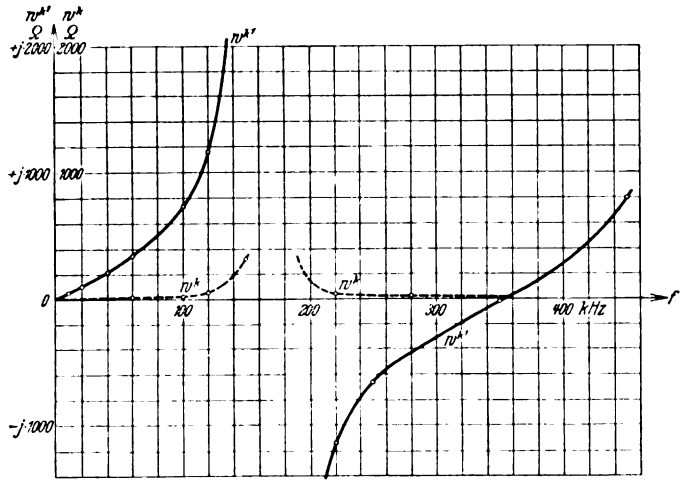


Abb. 7. Kurzschlußwiderstand $W^k = w^k + j\,w^{k'}$ der 400 m langen Freileitung (3 mm Cu).

Abb. 2 zeigt den Leerlauf- und Abb. 3 den Kurzschlußwiderstand der langen Leitung in Funktion der Frequenz. Man erkennt, daß sie im wesentlichen stets entgegengesetzt imaginär sind, und daß die Wirkkomponenten nur kleine Beträge annehmen. Aus diesen Kurven wurde der Wellenwiderstand berechnet und in Abb. 4 aufgetragen. Die Werte streuen unregelmäßig um einen mittleren Wert von etwa 600 Ω herum, ohne daß sich ein Anhaltspunkt für eine Gesetzmäßigkeit dieser Abweichungen ergeben würde. Es scheint sich vielmehr hier um Meßfehler zu handeln, deren Ursache oben geklärt wurde. Abb. 5 zeigt die Ergebnisse in Polarkoordinaten; der Phasenwinkel liegt bei etwa — 5 °. Ganz entsprechend zeigen die Abb. 6, 7 und 8 die bei der kurzen Leitung von 0,4 km Länge erhaltenen Ergebnisse.

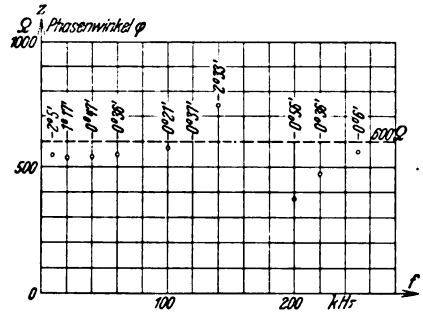


Abb. 8. Wellenwiderstand $Z = z^{j\varphi}$, berechnet aus den Meßwerten für Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand der 400 m langen Freileitung (3 mm Cu).

In entsprechender Weise wurde versucht, den Wellenwiderstand einer Einfachleitung zu ermitteln. Diese Messungen mußten leider aufgegeben werden, weil sich der Leerlauf- und Kurzschlußwiderstand nicht wesentlich unterschieden. Als Ursache wurde der hohe Erdungswiderstand festgestellt, welcher bereits bei Gleichstrom 1000 Ω betrug. Diese Versuche können erst fortgesetzt werden, wenn eine bessere Erdung hergestellt ist.

3. Zusammenfassung.

Die Messung des Wellenwiderstandes von Leitungen bei Hochfrequenz ist deswegen so kompliziert, weil abwechselnd bei Kurzschluß- und Leerlaufwiderstand Unendlichkeitstellen aufeinander folgen, deren Abstand unabhängig von der absoluten Höhe der Frequenz ist. Zu einer genauen Messung ist daher eine ungeheure absolute Genauigkeit der Hochfrequenz notwendig. Die Theorie fordert, daß mit wachsender Frequenz asymptotisch ein bestimmter Grenzwert des Wellenwiderstandes erreicht wird. Die Messungen haben nichts Gegenteiliges ergeben, sie konnten aber aus den in der vorliegenden Zusammenstellung angegebenen Gründen noch nicht so genau ausgeführt werden, daß die Theorie vollgültig bewiesen werden kann.

Ein neues Stahlerzeugungsverfahren im elektrischen Ofen[1].

Auf den Stahlwerken zu Ugine wurde im elektrischen Ofen von Perrin ein neues Stahlerzeugungsverfahren entwickelt, das dadurch an Bedeutung gewinnt, daß führende französische Metallurgen, wie Prof. L. Guillet und Prof. A. Portevin, für dieses neue Verfahren eintreten und ihm eine große Zukunft voraussagen. Wichtig ist dabei, daß sich die Ausführung des Verfahrens im elektrischen Ofen als wirtschaftlich erweist. Es beruht in der Hauptsache darauf, daß das Stahlbad mit der dünnflüssigen, heißen Schlacke kräftig gerührt wird, u. zw. wird das Stahlbad zuerst entphosphort, dann rückgekohlt und schließlich mit der sauren Schlacke kräftig gerührt. Durch dieses Rühren erfolgt eine Desoxydation des Stahlbades. Da aber dabei Eisen- und Manganoxyde in die Schlacke übergegangen sind, muß dafür Sorge getragen werden, daß dieses Eisen und Mangan wieder in den Stahl zurückkehrt. Dies erreicht man durch Einführung von Reduktionsmitteln in die Schlacke. Gleichzeitig wird wieder gerührt, so daß die betreffenden Eisen- und Manganteile wieder in das Stahlbad zurückgeführt werden. Soll der Stahl Sonderbestandteile enthalten, so bringt man diese am besten in Oxydform vor der Desoxydation der Schlacke mit den Reduktionsmitteln ein, indem diese Sonderbestandteile ebenso wie das Eisen und Mangan in das Stahlbad übergehen. Es wird also zweimal desoxydiert, einmal der Stahl und dann die Schlacke. Das Verfahren setzt keinerlei Fertigkeiten der Ofenbedienung voraus, es ist leicht ausführbar und erfordert weder Sondereinrichtungen noch ein besonderes Ofenfutter. *Kp.*

[1] Usine 1932, S. 25.

Digitized by Google

Spaniens Kraftwirtschaft.

Von Dr. **Bruno Kiesewetter**, Berlin.

Übersicht. **Der Zwang zur Entwicklung der Elektrizitätserzeugung ist in Spanien durch die Minderwertigkeit seiner Kohle gegeben. Da die Kraftquellen an den Flüssen meist im Innern des Landes liegen, die industriellen Verbrauchsgebiete aber an den Küstenrändern, ist der Bau ausgedehnter Kraftwege, der mit hohen Aufwendungen verbunden ist, notwendig. Zur allgemeinen Kostensenkung innerhalb der Verteilungs- und Erzeugungsphäre wird ein nach rationellen Gesichtspunkten geplantes nationales Hochspannungsnetz erstrebt sowie die Konzentration kleiner Unternehmen und der Bau großer Betriebseinheiten. Neben dem steigenden industriellen Bedarf hat das in der spanischen Elektrizitätsindustrie arbeitende ausländische Kapital einen wesentlichen Einfluß auf die Entwicklung der hydroelektrischen Kraftwirtschaft genommen.**

Im Verhältnis zu seinem Erzreichtum hat Spanien nur eine wenig entwickelte verarbeitende Industrie. Der größte Teil der Erze wird exportiert (von der Eisengewinnung des Jahres 1929 z. B. 86 %), da die günstige Lage der Fundstätten in den Küstengebieten besonderen Anreiz dazu bietet und anderseits der Transport der spanischen Kohle wegen ihrer Minderwertigkeit zu kostspielig ist. Drei Viertel der spanischen Steinkohle werden in Asturien und den Provinzen Leon und Palencia gewonnen, wo sich deshalb auch eine Hüttenindustrie von einiger Bedeutung hat entwickeln können. Das katalanische Industriegebiet verbraucht hauptsächlich englische Kohle. Trotz der Steinkohlenvorräte des Landes in Höhe von 5,8 Mrd Tonnen betrug die Steinkohlenförderung im Jahre 1930 nur rd. 7 Mill t gegen 6,2 Mill t im Jahre 1924. Die Braunkohlenförderung blieb unter ½ Mill t. Um das Land von der Einfuhr ausländischer Kohle unabhängiger zu machen, wurde von der Regierung der Verbrauch spanischer Kohle besonders den Eisenbahngesellschaften und Hüttenwerken vorgeschrieben. Die Steinkohleneinfuhr ging auch von 3 Mill t im Jahre 1913 auf 1,3 Mill t im Jahre 1930 zurück. Der Verbrauchszwang hätte jedoch unter Berücksichtigung des Einfuhrrückgangs ein größeres Ansteigen der Kohlenförderung zur Folge haben müssen, wenn nicht ein in den letzten Jahren planmäßig betriebener Ausbau der Elektrizitätswirtschaft den Ausfall kompensiert hätte. Dabei ging die Tendenz auf eine staatliche Monopolisierung der Energieerzeugung hinaus. Die Gemeindeverfassung vom Jahre 1924 gab den Kommunen das Recht zur monopolartigen Ausgestaltung der Elektrizitätsunternehmungen, überließ aber den Betrieb nach Möglichkeit dem Privatunternehmer unter öffentlicher Beteiligung und Kontrolle. Die durch Konzessionen und Verträge auf Jahre hinaus festgelegten Tarife wurden neugestaltet und dem wachsenden Energiebedarf angepaßt. Seit dem Jahre 1926 verfolgt man den Plan eines nationalen Hochspannungsnetzes und gründete 1929 einen Energierat aus Vertretern der Re-

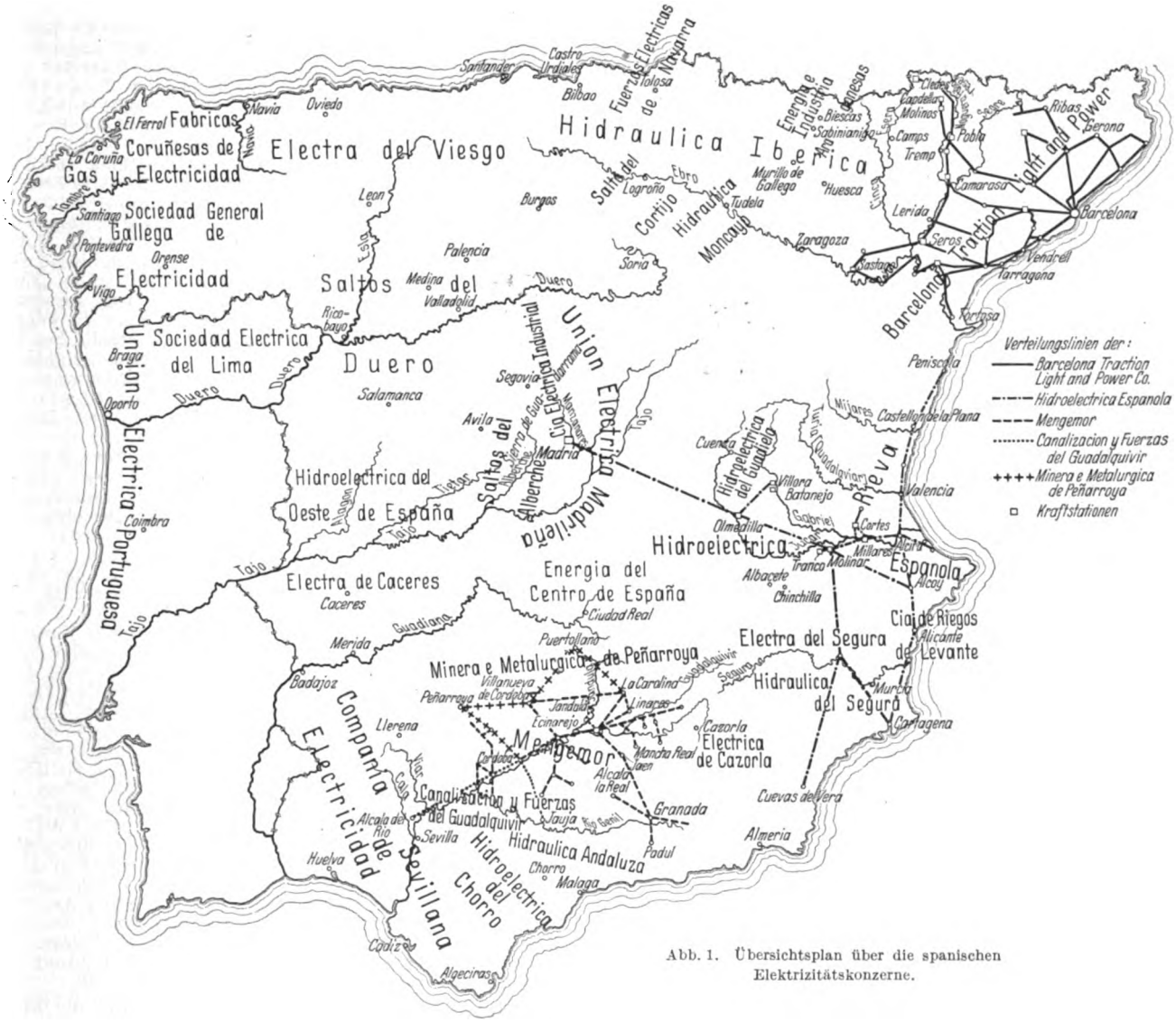


Abb. 1. Übersichtsplan über die spanischen Elektrizitätskonzerne.

Digitized by Google

gierung, der Bewässerungsgenossenschaften, der Verbände der Elektrizitätserzeuger und der elektrotechnischen Industrie zur Vereinheitlichung der Ausbauarbeiten für die Wasserkräfte, die Verbindungsleitungen und den rationellen Zusammenschluß von Unternehmen zu größeren Einheiten. Im selben Jahre wurde von der Regierung die Bildung eines Syndikats der Stromerzeuger verordnet, das alle hydroelektrischen Gesellschaften Spaniens umfaßt und mit einem Kapital von 200 Mill RM ausgerüstet ist[1]. Die Regierung Primo de Rivera unterstützte durch Garantieübernahme die Finanzierung der Unternehmen. Die Auflösung dieses Garantiefonds und die Nachprüfung der erteilten Konzessionen durch die neue Regierung hat neben dem Rückgang des Wirtschaftslebens eine Stockung in der weiteren Ausdehnung gebracht. Dazu belastet eine fiskalische Tarifpolitik den Verbrauch mit zu hohen Tarifen. Die Betätigung fremden Kapitals ist durch die Beschränkung seines Anteils an neuen Elektrizitätsunternehmen auf 25 % besonders erschwert worden.

Das in der spanischen Elektrizitätswirtschaft investierte Kapital wird auf 33,3 Mrd RM[2] geschätzt. Ende 1929 gab es 4679 Gesellschaften mit einem Aktienkapital von 4,755 Mrd RM und einem Obligationenkapital von 2,431 Mrd RM. Spanien besitzt alle natürlichen Vorbedingungen für die Entwicklung einer hydroelektrischen Industrie. Die hohen Anlagekosten und die Schwierigkeiten der Geldbeschaffung lassen aber in der letzten Zeit ähnlich wie in Italien die Verwendung von Dampfkraft für die Elektrizitätserzeugung wieder mehr in den Vordergrund treten. Die Energieproduktion betrug im Jahre 1930 rd. 3 Mrd kWh. Die Zersplitterung in der Kraftwirtschaft scheint immer mehr durch die Bildung größerer Konzerne und Unternehmungseinheiten, zum mindesten in den Hauptindustriegebieten, abgelöst zu werden. Mitte 1931 hatte Spanien 295 Wasserkraftwerke mit einer Leistungsfähigkeit von 800 000 kW und 109 Dampfkraftwerke mit einer Leistungsfähigkeit von 350 000 kW. Die gegenwärtig verfügbare Leistung an elektrischer Energie beträgt also rd. 1,5 Mill PS, an denen mit rd. 1 Mill PS die Wasserkraftwerke beteiligt sind. Somit sind ein Viertel der auf 4 Mill PS (bis höchstens 12 Mill PS bei höchstem Wasserstand) geschätzten hydroelektrischen Kräfte Spaniens ausgebaut. Die Entwicklung der verfügbaren PS in Spanien zeigen folgende Zahlen: 1917: 0,880 Mill PS, 1918: 1,000 Mill PS, 1919: 1,120 Mill PS, 1921: 1,214 Mill PS, 1925: 1,250 Mill PS, 1931: 1,500 Mill PS. Wie außerordentlich klein einzelne Kraftzentralen sind, geht schon aus der Tatsache hervor, daß von der mit einer Mill PS angegebenen Leistung der Wasserkraftwerke nicht ganz die Hälfte allein auf sechs große Zentralen entfällt, nämlich

Lafortunada (Huesca) . .	mit	125 000 PS
Milares (Valencia) . . .	„	115 000 „
Camarasa (Lerida) . . .	„	66 000 „
Leros	„	56 000 „
Tremp	„	43 000 „
Capdella	„	40 000 „
		445 000 PS.

Der Hauptteil der spanischen Wasserkräfte liegt im nördlichen Teil der Halbinsel, u. zw. im Gebiet des Ebro, Tajo und Duero, während der Süden im allgemeinen zurücktritt. Ihre Erschließung hängt eng mit den Bewässerungsproblemen des Landes zusammen. Der Bau von Speicheranlagen ist wichtig für die gleichmäßige Belieferung der Wasserkraftwerke mit hydraulischer Kraft, da infolge der unregelmäßigen Wasserversorgung die Energiegewinnung aus Wasserkraft nachläßt und zum Ersatz die teurere Dampfkraft herangezogen werden muß. Die Barcelona Traction Light and Power Co. gibt interessante Zahlen über diese Zusammenhänge. In ihrem Konzern wurden

	1928	1929	1930	1931
mit Dampfkraft erzeugt (Mill. kWh)	40,5	172,1	5,6	2,3
„ Wasserkraft „ „	533,0	418,1	615,9	609,2

Etwa 7 % der als Kulturland genutzten Fläche bedarf künstlicher Bewässerung, der größte Teil davon während des ganzen Jahres. In Betracht kommen hier Aragonien und die Ost- und Südostprovinzen. Zu diesem Zweck wurden für die Flußsysteme der Hauptflüsse (Ebro, Duero, Tajo, Guadalquivir, Segura) Wassergenossenschaften gegründet, sogenannte Mancomunidades hidrograficas, d. s. Syndikate, die der Kontrolle des Staates unterstehen, an denen die industriellen und landwirtschaftlichen Interessenten der betreffenden Gebiete beteiligt sind. Die von der Regierung geförderte Konzentrationsbewegung der Erzeugungsunternehmen bedingt natürlich den Ausbau eines ausgedehnten Verteilungsnetzes für den Verbrauch elektrischer Energie. Die Kraftversorgung der meist an den Küsten gelegenen Industriebezirke erfordert oft lange Leitungswege, denen die das Land durchziehenden Gebirgsketten große und kostspielige Hindernisse in den Weg legen. Die Electra del Viesgo berichtet, daß die Kosten für diese Anlagen größer sind als der Bau der Zentralen. Deshalb läßt sich vorläufig nur in den dichter besiedelten, mit Industrie durchsetzten Provinzen ein engeres Leitungsnetz feststellen. Die Herstellung eines nationalen Hochspannungsnetzes, das seit 1919 nach dem Plan des Paters Pérez del Pulger erstrebt wird, soll jedoch gerade die landwirtschaftlichen Verbraucher anschließen, um die oft primitiven und unrentabel arbeitenten vielen kleinen Zentralen zu beseitigen.

Die Entwicklung führt zur Bildung von Konzernen, die in der spanischen Elektrizitätswirtschaft eine zunehmend größere Rolle zu spielen bestimmt sind. Eine Betrachtung dieser Konzerne gibt den besten Überblick über die Aufgliederung der spanischen Energiegewinnung und -verteilung.

Nordspanien.

Die Wasserkräfte des Ebrogebietes sind die bedeutendsten Spaniens, sie werden mit 2,3 Mill kW angegeben. Die größte Elektrizitätsgesellschaft dieses Distrikts und Spaniens überhaupt ist die Barcelona Traction Light and Power Co. Ltd. (Kap. 166,32 Mill RM[3]), die im Jahre 1911 als Holdinggesellschaft für den Erwerb und die Entwicklung elektrischer Kraft in Spanien, elektrischer Eisen- und Straßenbahnen in Barcelona und dem angrenzenden Distrikt gegründet wurde. Für die Zwecke der Bewässerung, der Wasserkrafterzeugung und den Bau hydroelektrischer Werke wurde als Tochtergesellschaft die Ebro Irrigation & Power Co. Ltd. gebildet (auch „Canadiense“ genannt; als spanische Gesellschaft „Riegos y Fuerza del Ebro S. A.“). Die „Ebro Irrigation“ ist Betriebsgesellschaft für den gesamten Konzern der „Barcelona“, sie betreibt also auch die Werke der Tochtergesellschaften, deren Kapitalkontrolle bei der Barcelona liegt. Die Hauptwerke der „Ebro Irrigation“ liegen am Noguera Pallarese und Segre. 1923 erwarb die Barcelona über die Union Electrica de Cataluña, die als Verteilungsgesellschaft fungiert und der Barcelona bereits gehörte, die Energia Electra de Cataluña S.A. (Kap. 16,67 Mill RM), die mehrere Wasserkraftwerke in Lerida (Capdella, Molinos) und Gerona (Ribas, Caralps) und das Dampfkraftwerk San Adrian de Besos (Barcelona) besitzt. Die Energia Electrica de Cataluña hat langfristige Verträge mit der Sociedad Productora de Fuerza Motrices S.A., Barcelona (Kap. 10 Mill RM) über Belieferung aus deren Kraftwerk Cledes. Ein anderer Lieferungsvertrag besteht mit der Electro Metalurgica del Ebro, Barcelona (Kap. 4 Mill RM), er betrifft deren Zentrale Sastago (23 500 PS). Die Ebro Irrigation übernahm auch die gesamte Produktion der Comp. Barcelonesa de Electricidad (Kap. 10,2 Mill RM). Damit ist in der nordöstlichen Ecke Spaniens von Sastago über Tortosa an der Küste und den Pyrenäen entlang bis Cledes ein zusammenhängender Kraftbezirk geschaffen, der etwa 340 Ortschaften mit einer Einwohnerzahl von 2,6 Millionen umfaßt, d. h. etwa den achten Teil der spanischen Bevölkerung. Der Stromabsatz der Barcelona stieg von 624,2 Mill kWh im Jahre 1928 auf 759,2 Mill kWh im Jahre 1931. Im gleichen Zeitraum stiegen die installierten kW für Lichtbedarf von 94,042 auf 108,693 und für Kraftbedarf von 242,830 auf 278,511. Die Vergrößerung der Installation kommt besonders auf Rechnung des Verkehrs durch die Elektrisierung der Eisenbahnen, wie z. B. der „Compañia de Caminos de Hierro del Norte de España“, die 1929 24,7 Mill kWh verbrauchte, und der Transpirinaico de Ripoll a Ax-les-Thermes.

Im westlichen Teil der Ebroebene arbeitet die S. A. Hidraulica Moncayo (Kap. 1,33 Mill RM) mit thermischen Zentralen in Tudela und anderen Ortschaften. Zur Erweiterung ihres Wirkungsbereiches übernahm sie im Jahre 1931 von der „Electra de Murillo el Fruto“ deren gesamte Energieproduktion und erwarb die „Electra de Ejea“, die den Wasserfall von Murillo besitzt, wo sie neue Installationen vornahm. Im Nord-

[1] Die Umrechnung der in dieser Arbeit genannten Peseten-Werte erfolgte zum gegenwärtigen Kurse 1 RM = 3 Ptas.

[2] The Electrician vom 27. XI. 1931, S. 742. Diese Summe erscheint reichlich hoch.

[3] 1 RM = 0,24 $.

Digitized by Google

teil der Provinz Huesca hat die elektrochemische Produktionsgesellschaft Energia e Industrias Aragonesas S. A., Madrid, (Kap. 7,25 Mill RM) eine für spanische Verhältnisse bedeutende Elektrizitätserzeugung, die im Jahre 1930 101,4 Mill kWh betrug (1929: 97 Mill kWh). Sie beutet aus die Saltos de Biescas, del Bajo Caldares, Alto Caldares, Lagos Caldares, El Puejo und Baños. Ihr Verteilungsnetz umfaßt das Gebiet Balneario—Puejo—Biescas—Sabiñanigo.

In der nördlich gelegenen Provinz Navarra hat die Sociedad Fuerza Electricas de Navarra zusammen mit der Confederación del Ebro am Fuße des Alloz Reservoire und Kraftstationen für die Versorgung eines Kraftliniennetzes gebaut, das von Logroño nach Olazgutia und Tolosa reicht. In dieser Gegend arbeitet auch die Salto del Cortijo S. A., Madrid (Kap. 1,67 Mill RM), deren Zentrale Barrio del Cortijo 7 km von Logroño entfernt am Ebro liegt (6000 PS). Eine 80 km-Fernleitung verbindet Cortijo mit Beasain.

Neben der Barcelona ist kapitalmäßig die größte Elektrizitätsgesellschaft Nordspaniens die Hidroelectrica Iberica S. A., Bilbao (Kap. 33,33 Mill RM), die das westliche Ebrogebiet mit dem Nordwesten Spaniens verbindet. Ihre an den Wasserfällen des Cinqueta und Cinca gelegene größte spanische hydroelektrische Kraftstation Lafortunada in der Provinz Huesca soll gleichzeitig Bewässerungszwecken dienen. In der Stadt Huesca besitzt sie eine thermische Zentrale. Neben Beteiligungen an den Elektrizitätsgesellschaften Portugals (Soc. del Lima und Union Electrica Portuguesa) besitzt die Iberica die Majorität der Sociedad Electrica Aguera, die das Gebiet um Castro-Urdiales versorgt und mit der ein Energieaustauschvertrag besteht, sie hat auch die Kontrolle über die Soc. An. Electrica Irurak-bat, eine Verteilungsgesellschaft in der Landzone von Vizcaya. Die Entwicklung der Elektrizitätserzeugung und -verteilung hat gerade in der Gegend um Bilbao wegen der dort vorhandenen Industrie eine große Zukunft.

Dasselbe gilt von dem Kohlen- und Industriebezirk der Provinz Asturien. Hier baut die Electra del Viesgo, Santander, (Kap. 16,75 Mill RM) die Gefällstufen des Navia aus. Diese Werke sind mit den anderen Hauptwerken in Ujo und Santa Cruz durch eine 100 km lange 130 kV-Leitung verbunden. Da die Zentralen aber ziemlich weit vom Industriezentrum entfernt liegen, ist für die Herstellung der Verbindungsleitung die Errichtung von Hilfszentralen und Zwischenwerken notwendig, die größere Kosten als der Bau der Hauptzentrale verursachen. Andere Kraftwerke befinden sich am Flusse Ason und Pas (Burgos) sowie am Cases (Camarmena), welche die Brücke zu dem Produktionszentrum des Duero bilden. Auch die Viesgo ist wie die Hidroelectrica Iberica an den beiden portugiesischen Gesellschaften beteiligt, sie besitzt außerdem ein maßgebliches Interesse an der Sociedad de Electrificación Industrial.

Die nordwestlichste Provinz Spaniens, Galicien, wird von zwei Gesellschaften beherrscht, der Sociedad General Gallega de Electricidad, Coruña, (Kap. 6,67 Mill RM) und der Fabricas Coruñesas de Gas y Electricidad (Kap. 3 Mill RM), die zu 40 % der Gallega gehört. Die Fabricas fusionierte 1928 mit der Cooperativa Electrica Coruñesa und der Electra Industrial Coruñesa. Beide Hauptgesellschaften bestreiten rd. 90 % der Produktion und Verteilung elektrischer Energie in den vier galizischen Provinzen. Hydraulische Zentralen sind in Ferrol, Santiago, Segad, Vigo und Tambre vorhanden, von denen die letztere bei weitem die größte ist. Die Gallega hatte 1930 einen Stromabsatz von 41,2 Mill kWh gegen 34,6 Mill 1929. Durch Aktienbesitz ist sie an den Verteilungsgesellschaften Hulla Blanca, Electrica de Pontevedra und Electrica de Orense beteiligt.

Die bereits erwähnten portugiesischen Gesellschaften Soc. Electrica del Lima S. A., Madrid, (Kap. 3,33 Mill RM) und Unión Electrica Portuguesa (Kap. 5,44 Mill RM)[4] erzeugen und verteilen die elektrische Energie der Zentrale am Wasserfall Lindoso in Portugal (40 000 PS) und die der thermischen Zentralen in Oporto und Braga. Die Verteilungslinien gehen von Oporto bis Coimbra, sie versorgen die nördliche Hälfte Portugals. Das Hochspannungsnetz der Portuguesa betrug 1930: 612 km gegen 402 km im Jahre 1929. An diesen Gesellschaften sind interessiert die: Hidroelectrica Española, Hidroelectrica Iberica, Electra del Viesgo, Cooperativa Electra Madrid, Electra Valenciana.

[4] Umrechnungskurs 1 RM = 7,35 Escudo.

Mittleres Spanien.

Die auf 600 000 kW berechneten Wasserkräfte des Duerogebiets werden von der mit spanischem und portugiesischem Kapital gegründeten Gesellschaft Sociedad Hispano Portuguesa de Transportes Electricas-Saltos del Duero S. A. (Kap. 53,3 Mill RM) ausgebaut, ihr Ausbau soll 1932 beendet werden. Zuerst wurden die Saltos del Esla, an der spanisch-portugiesischen Grenze bei Ricobayo gelegen, ausgewertet. Der spanische Wirkungskreis der Saltos del Duero ist sehr groß. Sie kontrolliert die „La Unión Salmantina S. A. Electricista“ (Kap. 0,37 Mill RM), die „Hidroelectrica Navarra“, sie hat über diese Gesellschaften Einfluß auf die Electra Popular Vallisoletana, die Valladolid, Palencia, Medina u. a. mit Strom versorgt, und über die Electra de Pesqueruela mit dem Versorgungsgebiet zwischen Salamanca und Valladolid bis nach Burgos. Mit der Unión Electrica Madrileña hat sie ein Abkommen wegen Belieferung der Gebiete Avila und Segovia abgeschlossen und Vorbereitungen für die Versorgung Madrids und Umgegend getroffen. Die Bewässerungsaufgaben dieses Gebiets nimmt die Confederación del Duero wahr, die Reservoire in Soria, Palencia, Burgos, Salamanca und Leon geschaffen und bei Campos am Esera eine hydroelektrische Zentrale errichtet hat.

Die von der Saltos del Duero erworbene Kontrolle der Electra de Caceres bedeutet eine Erweiterung ihres Versorgungsgebietes bis an den Tajo zum späteren Anschluß an das südlich davon gelegene Netz der Sociedad Sevillana de Electricidad. Die Wasserkräfte der nördlichen Nebenflüsse des Tajo in diesem Grenzgebiet, wie Alagón und Tiétar, sollen von einer neuen mit 13,3 Mill RM ausgestatteten Gesellschaft, der S.A. Hidroelectrica del Oeste de España, ausgenutzt werden. Während der Ausbau von Kraftübertragungslinien der Saltos del Duero von Nordwesten her die Elektrizitätsversorgung Madrids verbessern würde, soll die Entwicklung der Saltos del Tiétar von Westen her dem gleichen Zwecke dienen. Allerdings scheint der Ausbau dieser Kraftquellen vorläufig ohne praktische Bedeutung zu sein, da für die Versorgung Madrids vom Westen her die Saltos del Alberche (Kap. 25 Mill RM) nach Vollendung ihrer Anlagen, deren Termin bis November 1933 verlängert wurde, hauptsächlich in Frage kommen. Die Saltos del Alberche bauen die der Sociedad Electro Metalurgica Iberica (Kap. 3,33 Mill RM) konzessionierten Kräfte am Rio Alberche aus, die in 6 Stufen eine Leistung von 150 000 kW ergeben sollen. Ihre seit August 1930 in Betrieb befindliche Zentrale in Burguillo steht mit der in Puenta Nueva und einer Unterstation von Madrid bereits in Verbindung. Der Alberche wurde ein besonderer Anteil an dem zukünftigen Mehrverbrauch in der Außenzone von Madrid zuerkannt, die bisher allein von der Electrica Industrial beliefert wurde. Auch die Saltos del Alberche beteiligen sich nach einer Verständigung mit den Saltos del Duero an der Versorgung der Gebiete um Avila und Segovia. Ihre bisher bestehenden Absatzschwierigkeiten wurden durch Änderung ihres Vertrages von 1928 mit der Hidroelectrica Española und der Unión Electrica Madrileña zugunsten der Alberche behoben. Außerdem wurde sie in das Versorgungsystem der Unión Electrica Madrileña eingefügt, indem diese Gesellschaft zusammen mit einer Gruppe der bedeutendsten spanischen Banken (Hispano Americano und Urquijo) die Kontrolle der Alberche übernahm.

Das Versorgungsgebiet um Madrid ist nicht selbständig, sondern war bisher weitgehend gekuppelt mit den Erzeugungsgebieten des Ostens und Südostens. Die beherrschende Gesellschaft Zentralspaniens ist die Sociedad Hidroelectrica Española (Kap. 34,17 Mill RM). Sie ist Holding- und Produktionsgesellschaft, besitzt mehrere Wasserfälle am Tajo, die Batanejofälle in der Provinz Cuenza und die Millaresfälle, Wasserkraftzentralen in Molinar (22 500 kVA), Tranco (3200 kVA), Villorca (31 500 kVA), Batanejo (2500 kVA), Cortes (37 500 kVA), Millares (100 000 kVA) und thermische Zentralen in Madrid (15 000 kVA), Valencia (5450 kVA) und Cartagena (2610 kVA). Die Kraftwerke Molinar, los Agnas und Villorca liegen an den Flüssen Jucar-Gabriel. Ihre Energieproduktion für das Jahr 1930 betrug 315 Mill kWh, an der die thermische Erzeugung mit nur 2½ % beteiligt war. Ihr Verteilungsnetz geht von Castellon südlich über Valencia, Alcira, Alcoy, Alicante bis Cartagena, wo als Verteilungsgesellschaft die Unión Electrica de Cartagena (Kap. 2,05 Mill RM) arbeitet, von hier nordwärts an Albacete vorbei nordwestlich nach Madrid. In diesem Bereich erzeugt und verteilt in der Provinz

Digitized by Google

Cuenza beim Salto „Los Toriles" die Hidroelectrica del Guadiela (Kap. 0,83 Mill RM) elektrische Energie. Die Hidroelectrica Española ist an den beiden portugiesischen Gesellschaften beteiligt, sie kontrolliert die Cooperativa Electra Madrid (Kap. 13,53 Mill RM) und die Verteilungsgesellschaft Unión Electrica Madrileña (Kap. 20 Mill RM). Mit der Madrileña kaufte sie je zur Hälfte die Hidraulica Santillana (Kap. 6,67 Mill RM), die die Wasserkräfte des Manzanares in Garra und Navallar ausbeutet und deren Elektrizitätserzeugung in der Umgegend von Madrid verteilt. Die Cooperativa, welche die Sociedad de Electricidad de Chamberi aufnahm, besitzt Zentralen in Aduana, Norte und Salamanca. Sie erweiterte ihr Verteilungsnetz durch den Bau von zahlreichen Unterstationen so erheblich, daß ihre Ausdehnungsbestrebungen zu Kollisionen mit anderen an der Peripherie Madrids tätigen Gesellschaften führten. Um die Stromverteilung Madrids und seiner weiteren Umgebung zu zentralisieren, wurde von der Cooperativa, der Hidroelectrica Española und der Unión Electrica Madrileña die Compañia Electrica Industrial gegründet, welche die Kontrolle konkurrierender Gesellschaften erwarb, u. a. die Hidraulica del Guadarrama, Electrica Castellana (Kap. 1,02 Mill RM), die Netze der Ciudad Lineal, Electrica de los Carabancheles, Cooperativa Electrica de los Carabancheles. — Die Unión Electrica Madrileña (Kap. 26,67 Mill RM) entstand 1919 aus der Fusion der Gesellschaften Comp. General Madrileña de Electricidad, der Sociedad de Gasificación Industrial und der Salto de Bolarque. Der Union gehört die Sociedad de Electricidad del Mediodia (Kap. 2 Mill RM) und die Sociedad Electrica de Castilla (Kap. 6,67 Mill RM), deren Produktion sie verteilt.

Die spanischen Ostprovinzen und die industriereiche Gegend um Valencia sind lebhaft von ausländischem Kapital umworben worden. Belgisches Elektrokapital (Electrobel, Sofina) hat über eine eigene Holdinggesellschaft, die Hispanobel, Beteiligungen an Elektrizitätsgesellschaften in Valencia erworben, sich aber infolge der Ungunst der gegenwärtigen Verhältnisse und der erforderlichen bedeutenden Kapitalopfer zurückgezogen und die Hispanobel liquidiert. Die Hauptgesellschaft dieser Gegend ist die Regadios y Energia de Valencia S.A. (Reva) (Kap. 13,3 Mill RM). Sie ist Elektrizitätserzeugungs- und Bewässerungsgesellschaft und löst diese Aufgabe bei der Regulierung des Flusses Turia. An Erzeugungstätten sind in ihrem Bezirk vorhanden:

Pantano des Marqués	25 000 PS
Salto de los Felipes	17 000 PS
Embalse de Liberia	17 600 PS
Salto de Domeño	24 000 PS
Embalse de Loriguilla	22 000 PS

Die projektierten Zentralen sollen 200 Mill kWh produzieren. Die Reva kontrolliert verschiedene kleinere Produktions- und Verteilungsgesellschaften, u. a. die Hidroelectrica del Mijares, Sociedad Valenciana de Electricidad, Unión Electrica Levantina, Sociedad Hidroelectrica de Valencia, La Hidroelectrica Ayelense, die zusammen im Jahre 1930 32 Mill kWh verkauften. Die Hidroelectrica Española ist außer ihrer Zentrale in Valencia durch die ihr gehörige Verteilungsgesellschaft für Valencia und Umgegend, die Electra Valenciana (Kap. 4 Mill RM) in diesem Bezirk vertreten. Als Produktionsgesellschaft wäre noch die Volta S. A. (Kap. 4,5 Mill RM) zu nennen, die thermischen Zentralen in Benifacio und Melina und sechs Wasserkraftzentralen u. a. in Alcira und Villanueva de Castellon besitzt. In dem südlich gelegenen Alicante widmet sich die Compañia de Riegos de Levante (Kap. 6 Mill RM), die an der am Salto Los Almadenes arbeitenden Produktionsgesellschaft Sociedad Electrica de Los Almadenes (Kap. 1,5 Mill RM) interessiert ist, der Vereinheitlichung aller in der Elektrizitätserzeugung hier tätigen Kräfte, die fast alle ihren Ursprung im Flußgebiet des Segura haben. Mit dem Ausbau ist die La Electra del Segura S. A., Madrid, (Kap. 1,67 Mill RM) und die Hidraulica del Segura S. A., Murcia (Kap. 0,36 Mill RM), die auch Verteilungsaufgaben hat, beschäftigt. Die Wassergenossenschaft Confederación Hidrografica del Segura erbaute das Kraftwerk Pantano de Talave (jährl. Produktion von 11,4 Mill kWh), das seinen Strom an die im Bereich der Confederación tätigen Gesellschaften abgibt. Solche sind: Hidroelectrica Española, Los Almadenes, Electrica del Segura, Pantano de la Fuensanta, Hidroelectrica de Quebradas, Electrica Chinchilla. Die besonders an der mittleren und südlichen Ostküste Spaniens stark zersplitterten Elektrizitätserzeugungsunternehmen sollen zur Hebung des Elektrizitätsverbrauchs stärker zentralisiert werden. Zu diesem Zweck wurde von einer Finanzgruppe im Jahre 1930 mit einem Kapital von 10 Mill RM die Compañia de Luz y Fuerza de Levante gegründet, ohne daß bisher Einzelheiten über ihre Tätigkeit bekannt geworden wären.

Südspanien.

Eine kleine Erzeugungsgesellschaft in Almeria, mit Anlagen am Flusse Durcal (Izvor-Fall), die Fuerza Motrices del Valle de Lecrin S.A. (Kap. 4,67 Mill RM) leitet über zu dem umfangreichen und in großem Maße bereits zentralisierten südspanischen Krafterzeugungsbezirk, in dem zwei Gesellschaften vorherrschen: die Cia An. Mengemor (Kap. 18,33 Mill RM) im östlichen und die Cia Sevillana de Electricidad (Kap. 25 Mill RM) im westlichen Teil. Der Konzern der Mengemor umfaßt folgende Gesellschaften:

Cia An. Mengemor mit 9 Wasserkraftzentralen,
Hidroelectricas de la Laguna mit 4 Wasserkraftzentralen,
Electrica de la Vega de Armijo (Kap. 1 Mill RM) mit 2 Wasserkraftzentralen,
Gaz y Electricidad de Cordoba (Kap. 2 Mill RM) mit 1 Wasserkraftzentrale,
Cia General de Electricidad de Granada mit 7 Wasserkraftzentralen.

Dazu kommen die thermischen Zentralen der Sociedad Minera y Metalurgica de Peñarroya, die Verteilungslinien von Cordoba nach Peñarroya, Villanueva de Cordoba, Puertollano und La Carolina besitzt. Die Mengemor beutet den Guadalquivir von der Quelle bis Cordoba aus, wo sich bis Sevilla die Canalización y Fuerzas del Guadalquivir (Kap. 10 Mill RM) anschließt, die von Cordoba aus nach dem ihr gehörigen südlich gelegenen Salto del Jauja eine neue Verbindungslinie plant. Sie besitzt Zentralen an den Encinarejofällen und am Jandulafall (nördl. Nebenfluß des Guadalquivir), die mitten im Bereich der Mengemor liegen, mit der sie in Beziehung steht. Über die Canalización, die auch die Sevillana und die Chorro de Malaga versorgt, unterhält die Mengemor auch Verbindungen zu diesen Gesellschaften. Das Gebiet von Granada bis zu Alcala la Real im Norden wird durch eine über Jaen führende Leitung dem Netz der Mengemor angeschlossen. In der Provinz Jaen selbst nutzt eine kleine Produktionsgesellschaft, die Electrica de Cazorla S.A., Madrid, (Kap. 0,08 Mill RM) die Wasserkräfte in Cazorla und Iruela aus, ebenso die Linarense de Electricidad S. A., Linares (Kap. 1,5 Mill RM), die Kräfte „La Concepción" und „San Francisco". Die Mengemor hat ihren Lieferungsvertrag mit der in der Provinz Ciudad Real tätigen Energia del Centro de España (Kap. 2 Mill RM) gelöst, da diese Gesellschaft sich inzwischen eine ausreichende Produktionsbasis geschaffen hat. Der Stromabsatz der Mengemor betrug 1930: 80,9 Mill kWh. Westlich von Granada und südlich von Cordoba liegt der Bezirk der Sociedad Hidroelectrica del Chorro, Malaga (Kap. 6,67 Mill RM), die im Geschäftsjahr 1930/31 rd. 25 Mill kWh absetzte, also kaum den dritten Teil der Mengemor. Von Chorro aus führt ein Stromweg über Cordoba nach Malaga, wo die der Chorro nahestehende Sociedad Electrica Malagueña (Kap. 1 Mill RM) die Verteilung an die dortige Industrie innehat. Die Chorro übernimmt Strom von der Canalización del Guadalquivir und steht über den Salto del Jauja in Zusammenarbeit mit der Hidraulica Andaluza S.A., Malaga (Kap. 1,33 Mill. RM), welche die Ausnutzung der Wasserkräfte des Rio Genil (Salto de Malpasillo, 7500 PS) betreibt.

Die südwestliche Ecke Spaniens ist das Arbeitsgebiet der Compañia Sevillana de Electricidad (Kap. 25 Mill RM), die im Jahre 1931 mit 120 Mill kWh einen Produktionsrückgang gegen 1930 (128 Mill kWh) aufwies. Ihre Verteilungsnetze erstrecken sich von Algeciras im Süden über das industriereiche Cadix, das von ihrer Tochtergesellschaft, der Hidrolectrica del Guadiaro, versorgt wird, über den kupferreichen Huelva-Distrikt bis nach Badajoz und Merida, wo die „Hidroelectrica de Badajoz" vollständig und dazu die Majorität der „La Emeritense" (Kap. 0,23 Mill RM) aufgekauft wurde. Damit gelangte die Sevillana in den Besitz von drei Wasserfällen des Guadiana zwischen Merida und Badajoz. Zwischen ihrer Zentrale Cala und Llerena wurde zur Versorgung der Provinz Badajoz eine 183 km lange

Digitized by Google

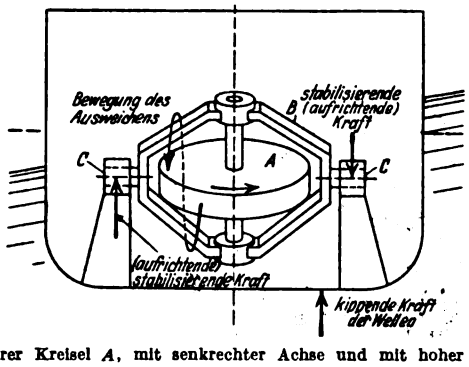
70 kV-Linie gebaut, die gleichzeitig die Verbindung mit der Sociedad Minera y Metalurgica de Peñarroya herstellt, mit der Lieferungsverträge bestehen. Diese Linie geht dicht an den Wasserfällen von Viar vorbei, deren Ausnutzung von der Sevillana geplant wird. An der „Canalización y Fuerza del Guadalquivir" ist die Sevillana ebenfalls erheblich beteiligt.

Die aus der geschilderten Gruppierung der spanischen Elektrizitätsindustrie ersichtliche Bildung von Konzernen läßt sich auf zwei verschiedene Ursachen zurückführen. Der steigende Versorgungsbedarf der Industrie, also Gründe betriebstechnischer Natur, ist nur in den ausgesprochenen Industriegebieten maßgebend gewesen. Der andere treibende Faktor ist das in starkem Maße in Spanien investierte Auslandskapital, das zwangsläufig auf eine Erhöhung seiner Rentabilität drängt, da es bei einem Schwinden von Verdienstmöglichkeiten sich zurückziehen würde wie im Fall Hispanobel. Bei dem beschränkten Kapitalfonds des Landes und dem niedrigen technischen Bildungstand der Bevölkerung hat Spanien alle Ursache, sich die Gunst des Auslandskapitals zu erhalten. Die Entwicklung in der zentral- und südspanischen Elektrizitätsindustrie ist wohl überwiegend von Kapitalinteressen diktiert worden, worauf auch die Zurückstellung einzelner mit großem Pathos angekündigter Projekte schließen läßt, deren Ausführung im Hinblick auf die Höhe der Investition nur gewinnschmälernd für das konkurrierende Kapital gewesen wäre. Man kann bei der immer noch vorhandenen großen Zersplitterung in der spanischen Elektrizitätswirtschaft zweifellos mit weiteren Fortschritten der Zentralisationsbewegung in der Zukunft rechnen.

Schiffstabilisierung mittels Kreisels und dessen Steuerung[1].

Um das für Fahrgäste und Mannschaft gleich unangenehme sowie die Schiffsgeschwindigkeit beträchtlich vermindernde Schlingern von Schiffen auf mechanischem Wege zu beseitigen oder doch wesentlich zu mildern, sind im Laufe der Jahre verschiedene Versuche gemacht worden. Praktisch bewährt haben sich dabei nur Schlingerkiele, Schlingertanks und Stabilisiereinrichtungen mittels Kreisels. Eine derartige Kreisel-Stabilisierungsanlage ist kürzlich auf einer amerikanischen Privatyacht von 5000 t mit einem Gesamtgewicht von etwa 100 t und einem Kreiseldurchmesser von 3,35 m eingebaut worden. Über die Steuerung einer solchen Anlage soll nachstehend berichtet werden.

Jedes Schiff hat eine hauptsächlich von seinen Abmessungen abhängige bestimmte Eigenschwingung, die von der Schwingungsdauer und Größe der Wellen nicht beeinflußt wird. Die Dauer einer Schlingerperiode, gemessen von einer Hartlage bis zur nächsten Hartlage derselben Bordseite, schwankt von etwa 4 s für ein schlankes Schiff bis zu 25 s und darüber für ein großes Fahrgastschiff, während die Periodendauer der Wellen weniger als 6 s bis zu 24 s betragen kann. Da praktisch die Periode des Schlingerns und der Wellen niemals genügend lange zusammenfallen, sondern stets ein wechselnder Phasenunterschied dieser beiden Bewegungen vorhanden ist, schwankt die Größe der Schlingerbewegung in weiten Grenzen.



Ein schwerer Kreisel *A*, mit senkrechter Achse und mit hoher Drehzahl laufend, ist in einem Rahmen oder Gehäuse *B* gelagert. Der Rahmen selbst ist in einem Lager *C* aufgehängt, das den Rahmen mit dem Kreisel nach jeder Seite aus der Senkrechten zu neigen gestattet. Die Lager *C* sind fest mit dem Schiff verbunden. Die Drehung des Rahmens um seine waagerechte Achse nennt man „Präzession" oder „Ausweichen", das nach jeder Seite auf 60° begrenzt ist.

Abb. 1. Prinzip der Stabilisierung, das die Beziehung zwischen der Richtung des Ausweichens und der stabilisierenden Drehung zeigt.

Entsprechend den Gesetzen der Kreiselbewegung sucht die „Präzession" oder das „Ausweichen"[2] des Kreisels eine Drehung um eine Achse von 90° zu der Kreiselachse und zu der Achse, um die das Ausweichen stattfindet, zu entwickeln. Aus Abb. 1 ist die Richtung dieser Drehung ersichtlich; sie ist bei konstanter Drehzahl des Kreisels proportional der Winkelgeschwindigkeit des Ausweichens. Die Beziehung zwischen der Winkelgeschwindigkeit des Ausweichens und den entsprechenden stabilisierenden Kräften während eines Arbeitsvorganges zeigt Abb. 2.

Der schraffierte Teil zwischen den beiden Kurven stellt die nicht stabilisierten Kräfte dar, die bei genauer Berechnung so weit verringert werden können, daß das unstabilisierte Schlingern selbst in schwerer See auf 3° oder weniger begrenzt wird.

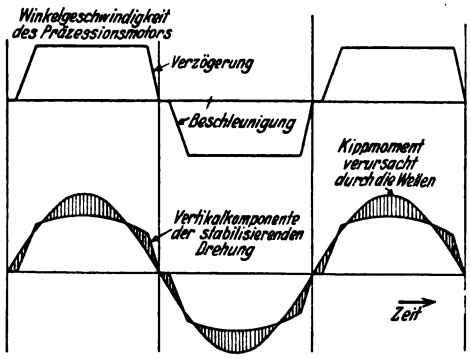


Abb. 2. Beziehung zwischen den kippenden und aufrichtenden Kräften eines stabilisierten Schiffes.

Der grundsätzliche Aufbau der Stabilisierungsanlage ist bei Abb. 1 beschrieben worden. Der große Kreisel wird durch einen Drehstrommotor mit Kurzschlußanker angetrieben, der unmittelbar auf dem Wellenstumpf des Kreisels sitzt. Der Kraftbedarf ist etwa 275 PS bei $n =$ 930 U/min. Den erforderlichen Strom liefert ein Turbogenerator, auf dessen Welle auch noch ein Gleichstromgenerator für die Stromversorgung des Präzessionsmotors vorgesehen ist. Dieser Nebenschlußmotor von 130 PS bei $n = 500$ U/min, auf dessen Welle auch noch zwei große magnetische Bremsen sitzen, arbeitet über eine Zahnradübersetzung von 1 : 100 auf das Kreiselgehäuse.

Die Steuerung des Präzessionsmotors wird vollkommen selbsttätig durch einen Steuerkreisel bewirkt, der eine verkleinerte Nachbildung des Hauptkreisels ist. Dieser Steuerkreisel läuft mit einer Drehzahl von 6000 U/min, seine Achse ist horizontal und querschiffs gelagert; das Gehäuse wird durch zwei Gegenfedern in der Nullage gehalten. Die leichteste Schlingerbewegung des Schiffes verursacht eine Verdrehung, die das Bestreben hat, das Gehäuse um eine vertikale Achse zu drehen. An einer vereinfachten Schaltungskizze soll die Wirkungsweise der Stabilisierungsanlage erläutert werden (Abb. 3).

Nachdem die beiden Kreisel auf ihre volle Drehzahl gebracht sind, wird die ganze Anlage unter Strom gesetzt. Beginnt das Schiff zu schlingern, so wird ein an dem Kreiselgehäuse des Steuerkreisels vorgesehener Kontakt, je nach der Richtung des Schlingerns, entsprechend dem vorher Gesagten, gegen einen von zwei festen Kontakten anliegen, wodurch die Spulen der Relais *1* oder *2* sowie *3*, *4* und *5* Spannung erhalten; Relais *3* löst die magnetischen Bremsen des Präzessionsmotors, Relais *4* öffnet den Stromkreis zu dem dynamischen Bremswiderstand und Relais *5* zu der Gegenfeldwicklung des Generators; gleichzeitig wird durch Relais *1* bzw. *2*, je nach der Richtung des Schlingerns, das Generatorfeld unter Spannung gesetzt und dadurch der Präzessionsmotor hochgefahren. Hat dieser seine volle Drehzahl erreicht, so wird entsprechend dem unstabilisierten Schlingern des Schiffes Energie erzeugt. Dadurch wird der Motor beschleunigt, der infolgedessen als Generator wirkt und Energie an

[1] Electr. J. Bd. 28, S. 407.
[2] Meldau, Technische Navigation

Digitized by Google

den Gleichstromgenerator abgibt, von welchem sie über den Wechselstromgenerator schließlich als kinetische Energie in dem Hauptkreisel verarbeitet wird. Da diese Energie große Werte erreichen kann, 500 PS und mehr, ist zur Verhinderung einer Überlastung des Wechselstromgenerators in dem Stromkreis für den Präzessionsmotor ein Überstromrelais vorgesehen, das bei Erreichung eines bestimmten Wertes die Spule des Relais 4 kurzschließt und dadurch einen Bremswiderstand in den Stromkreis einschaltet, der einen Teil der erzeugten Energie vernichtet.

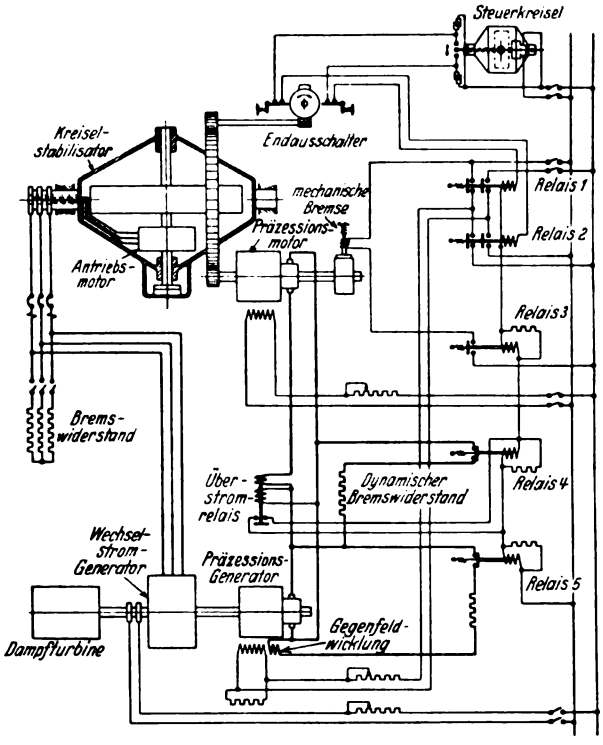


Abb. 3. Vereinfachtes Schaltungschema für eine Stabilisierungsanlage.

Ist auf diese Weise das Schlingern in der einen Richtung gebremst, so kehrt der Steuerkreisel in seine Nullage zurück und macht dadurch die Relaisspulen stromlos. Relais *1* und *2* werden dabei sofort abgeschaltet, während die übrigen Relais mit Verzögerungswiderständen ausgerüstet sind. Wie dadurch das Generatorfeld abgeschaltet wird, die Bremswiderstände zur Wirkung kommen und die Gegenfeldwicklung eingeschaltet wird, um den Motor in kürzester Zeit ohne Beschädigung zum Stillstand zu bringen, ist aus der Schaltungskizze ersichtlich. Beginnt das Schiff in die entgegengesetzte Richtung zu schlingern, so wird der Kontakt des Steuerkreisels an dem zweiten Kontakt anliegen, und das Ausweichen beginnt nach der anderen Seite. Ein Richtungswechsel des Ausweichens findet bei dieser Anlage alle 6,5 s statt. Die Zeit für das Anlaufen und Stoppen des Präzessionsmotors ist sehr kurz; in 1 s kommt der Motor auf 90 % seiner Drehzahl, während er in 0,5 s abgestoppt wird. Die Endausschalter begrenzen das Ausweichen auf einen Winkel von 60 ° nach jeder Seite und schalten an diesem Punkte den Steuerstrom ab.

Bemerkung des Berichters. Bei der Anlage handelt es sich offenbar um den bekannten Sperry-Kreisel, der hier besonders gesteuert wird. Das mit 100 t angegebene Gesamtgewicht der Anlage macht 2 % des 5000 t betragenden Deplacements aus; für denselben und einen geringeren Anteil kann man aber auch eine Tankstabilisierungsanlage mit einer ähnlichen Steuerung vorsehen, die gegenüber der Kreiselanlage den Vorteil der größeren Sicherheit hat, da das Gefahrenmoment des mit hoher Drehzahl laufenden großen Kreisels fortfällt und anderseits die Steuerung einer Tankanlage sich auch so einrichten läßt, daß nur 2 ° ... 3 ° Restschlingern übrig bleibt. Der Raumbedarf für eine Tankanlage ist geringer als für eine entsprechende Kreiselanlage, und die Kosten für letztere sind bedeutend höher, so daß bei aller Würdigung des genauen Arbeitens bei der oben beschriebenen Kreiselanlage eine Tankstabilisierungsanlage den Vorzug verdienen dürfte. Fuhrmann.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 322.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten sind die folgenden Spannungswandlerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ist ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System A 23, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, die Formen V 1 L 6, V 3 N 6, V 3 MA 6, V 10 N 6, V 10 MA 6, V 20 N 6, V 20 MA 6, V 30 N 6, V 30 MA 6, hergestellt von den

Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft

in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 3. August 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

System A 23,

Spannungwandler für einphasigen Wechselstrom, die Formen V 1 L 6, V 3 N 6, V 3 MA 6, V 10 N 6, V 10 MA 6, V 20 N 6, V 20 MA 6, V 30 N 6, V 30 MA 6, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die Spannungswandler der oben genannten Formen können für Oberspannungen von 1 kV bis 30 kV, für die Unterspannungen 100 und 110 V und für die Frequenzen von 45 bis 55 Hz beglaubigt werden. Die Oberspannungen und sekundären Nennleistungen, für welche die einzelnen Wandler beglaubigt werden können, stufen sich folgendermaßen ab:

Form	Oberspannung kV	Nennleistung VA
V 1 L 6	1	40
V 3 N 6, V 3 MA 6	3	40
V 10 N 6, V 10 MA 6	10	40
V 20 N 6, V 20 MA 6	20	40
V 30 N 6, V 30 MA 6	30	70

Abb. 1.

Der Wandler V 1 L 6 ist ein Trockenwandler mit imprägnierter Wicklung. Die Wandler V 3 N 6, V 10 N 6, V 20 N 6 und V 30 N 6 sind Topfwandler mit Ölfüllung. Die Wandler V 3 MA 6, V 10 MA 6, V 20 MA 6 und V 30 MA 6 sind Topfwandler mit Massefüllung.

Die Prüfspannungen entsprechen den vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (R.E.W. 32) festgesetzten Werten.

Die Unterspannungsklemmen können mit einer plombierbaren Metallschutzkappe versehen werden. Zur Plombierung des Wandlerkessels sind zwei Stück der Deckelschrauben mit Löchern versehen. Die Abbildung läßt den äußeren Aufbau des Wandlers V 20 N 6 erkennen.

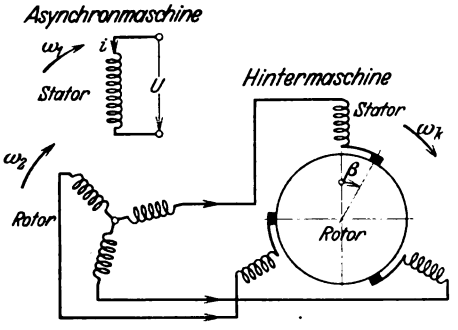
[1] Reichsministerialblatt 1932. S. 495.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die kompensierte Einphasen-Asynchronmaschine. — Von der Impedanzgleichung der Einphasen-Asynchronmaschine ausgehend, lassen sich die Bedingungen und somit auch alle prinzipiellen Schaltungen für ihre Kompensation ableiten. Eine vollständige Kompensation dieser Maschine ist aber nur dann möglich, wenn ihre Rotorinduktivität zu Null gemacht wird. Die weitere Deutung dieses Resultates führt zum Beweis, daß grundsätzlich alle Methoden der Kompensation der Drehstrom-Asynchronmaschine ihre Anwendung für den Einphasenmotor finden können.



Elektrische Winkelgeschwindigkeiten:
w_1 kompensiertes Drehfeld w_s Rotation der Asynchronmaschine
w_k Rotation der Hintermaschine

Abb. 1. Kompensierte Einphasen-Asynchronmaschine mit eigenerregter Hintermaschine.

Die Untersuchung der allgemeinsten Schaltung der kompensierten Maschine bei Eigenerregung der Hintermaschine (Abb. 1) ergab die vollständige Übereinstimmung der Meßresultate mit den theoretisch vorausbestimmten Werten. Es zeigte sich, daß dank der Kompensation der Maschine eine Vergrößerung ihres Drehmomentes und somit auch ihres Wirkungsgrades erreichbar ist. Diese Vergrößerung des Wirkungsgrades ist aber nur bei Felderregung (Statorerregung) der Hintermaschine möglich; bei einer gewöhnlichen Scherbius-Schaltung ist sie unmöglich. Das Verhalten der kompensierten Einphasen-Asynchronmaschine als Motor und als Generator ist demjenigen einer Drehstrommaschine sehr ähnlich. Das vorhandene inverse Feld beeinflußt den Vorgang der Kompensation und gestaltet ihn komplizierter und unübersichtlicher. Der Übergang von der allgemeinsten Schaltung der Eigenerregung auf eine einfachere (starre Kopplung, Scherbius-Schaltung, Kombination der letzten), läßt sich durch Vereinfachung der auftretenden Gleichungen leicht bewerkstelligen. (E. Bindler, Dissertation E. T. H. Zürich 1931, ferner Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 6, S. 424.) *Sb.*

Wirbelstromverluste in massiven schmiedeeisernen Platten und Ringen. — Eine Untersuchung von Fröhlich soll dazu dienen, einen Anhalt über die Größenordnung der in den Preßplatten und Abstützringen elektrischer Maschinen auftretenden Verluste zu gewinnen. Es werden zunächst die Verluste streng berechnet, die in einer Platte konstanter Permeabilität von einer zu ihr parallelen, in beliebigem Abstand befindlichen sinusförmigen Drehstromverteilung herrühren. Das Ergebnis wird sodann ausgedehnt auf den Fall nicht flächenhafter und anderer als sinusförmiger Stromverteilungen. Eine näherungsweise Berücksichtigung der auftretenden Sättigung wird durch Bildung eines raumzeitlichen Mittelwertes der Induktion ermöglicht, welcher eine praktisch ausreichende mittlere Permeabilität zu schätzen gestattet. Am Schluß des Aufsatzes werden einige Rechen- und Meßergebnisse verglichen. (C. Fröhlich, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 5, S. 321.)

Apparate.

Ein funkenfreier Synchronisierapparat für Nach- und Voreilen. — Eine von H. Bock in Hamburg vorgeschlagene und erstmalig in ihrer allgemeinen Arbeitsweise in der Dtsch. Uhrm.-Ztg.[1] beschriebene Vorrichtung zur Synchronisierung von Präzisionspendeluhren ist insofern zunächst neuartig, als sie nicht wie die bisherigen Einrichtungen nur einseitig, sondern sowohl beschleunigend als auch verzögernd wirkt, so daß es nicht mehr nötig ist, den Notbehelf der künstlichen Regulierung des gesteuerten Pendels auf ständige Voreilung anzuwenden. Die Notwendigkeit einer solchen zweiseitigen Korrektur ist vor allem für die vor einigen Jahren von Kaulla[2] vorgeschlagene Ringschaltung von astronomischen Pendeluhren gegeben, durch die eine gegenseitige Kontrolle und damit eine selbsttätige Ausschaltung der „zufälligen" Störungen erreicht werden soll; auf diese Kaullasche Idee ist nach den früheren Veröffentlichungen des Verfassers die Anregung zu dieser neuen Schaltung zurückzuführen. Eigenartigerweise ist in der neuerlichen ausführlicheren Veröffentlichung von dem Kaullaschen Vorschlag nicht mehr Erwähnung getan, so daß die Vermutung naheliegt, als ob aus anderen Schwierigkeiten dieser Vorschlag zunächst fallen gelassen sei. Die Bocksche Schaltung hat aber auch eine weitergehende Bedeutung; angeregt vor allem durch englische und französische Arbeiten (Shortt, Ferrié, Lejay, später Mahnkopf, Schuler u. a.), sucht man sich dem „freien" Pendel zu nähern, dessen einzige Aufgabe noch in der Synchronisierung der eigentlichen „Arbeitsuhr" liegt. Für den Bockschen Vorschlag ist es dabei zunächst belanglos, ob die Pendelkontakte mechanisch sind, was zumindest eine gewisse Arbeitsleistung auch für das Hauptpendel bedeutet, oder ob man Photozellen durch am Pendel befestigte Spiegel steuert oder kapazitive Kurzwellenkreise durch die Bewegung des Pendels verändert. In allen Fällen ist die doppeltwirkende Synchronisierung ein großer Fortschritt, bei mechanischen Kontakten, die Bock offenbar in erster Linie wegen ihrer Einfachheit berücksichtigt, des weiteren die absolute Funkenfreiheit der Pendelkontakte.

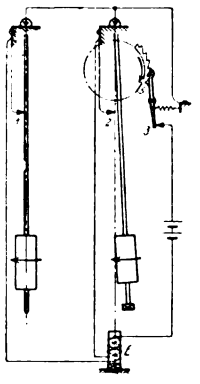


Abb. 2 Synchronisationsschaltung nach Bock.

Abb. 2 zeigt die in der Tat verblüffend einfache Schaltung, die u. U. auch über das Gebiet der astronomischen Zeitmessung hinaus erhebliche praktische Bedeutung erlangen könnte. Links ist das freie Hauptpendel, über dessen Antriebsweise nichts ausgesagt wird, mit dem Pendelkontakt *1*, rechts die gesteuerte Arbeitsuhr mit einem zweiten Pendelkontakt *2* und einem vom Steigrad betätigten Kontakt *3*, der im Gegensatz zu den Pendelkontakten die Unterbrechung der durch diese geschlossenen Stromkreise zu besorgen hat. Infolgedessen öffnen sich die Pendelkontakte nur im stromlosen Zustand, also absolut funkenfrei. Diese Trennung von Schließ- und Öffnungskontakt ist an sich für andere Zwecke bekannt; neu ist die weiter unten beschriebene Einrichtung, daß auch der Unterbrecherkontakt fast völlig funkenfrei infolge Ausschaltung der Selbstinduktion arbeitet.

Die Beschleunigung bzw. Verzögerung des Arbeitspendels erfolgt durch die Wirkung des Elektromagneten *E* auf den polarisierten Anker am Pendelende. Die doppelte Wirkung wird durch zwei entgegengesetzt gewickelte Erregerspulen erreicht, die je durch einen der Pendelkontakte eingeschaltet und gemeinsam durch den Kontakt *3* ausgeschaltet werden.

Die Pendelkontakte schließen genau, wenn das Pendel durch die Mittellage geht; der Steigradkontakt ist dann geschlossen, wenn das Gangrad bei rechtsstehendem Pendel springt, so daß die Magnetwicklungen beim Schwingen der Pendel von links nach rechts unter allen Umständen stromlos sind. Schwingen beide Pendel absolut gleich, so werden beide Pendelkontakte gleichzeitig geschlossen. Der Magnet bleibt dann wirkungslos, weil die entgegengesetzten Ströme kein Feld entstehen lassen. Schwingen die Pendel ungleich, so schließt das zuerst durch die Mittellage

[1] H. Bock, Dtsch. Uhrm.-Ztg. Bd. 54, S. 578 (1930).
[2] H. Bock, Dtsch. Uhrm.-Ztg. Bd. 54, S. 234 (1930).

Digitized by Google

gehende Pendel zuerst seinen Kontakt, und die zugehörige Wicklung bewirkt eine Beschleunigung oder Verzögerung des Arbeitspendels, je nachdem es nach- oder vorgeht. Diese Wirkung besteht aber so lange, bis auch das zweite Pendel seinen Kontakt schließt. Wenn nun der Kontakt *3* den Stromkreis als ganzen öffnet, so ist das Feld der zuerst geschlossenen Erregerspule bereits fast völlig gelöscht, zumindest so stark geschwächt, daß auch der Kontakt *3* funkenlos arbeitet. Die Pendelkontakte öffnen stets später als Kontakt *3*.

Natürlich tritt aber bei der Synchronisierung auch ein Energieaustausch ein, der eine an sich unangenehme Änderung der Auslenkung und damit der Schwingungsweite des Arbeitspendels verursacht, so daß unter Umständen die Isochronismus-Bedingungen gestört werden. Der Verfasser hat deshalb eine mathematische und graphische Untersuchung der Größenverhältnisse dieser Änderungen durchgeführt und kommt zu dem Schluß, daß, wenigstens rein rechnerisch, die Energieübertragung nur geringfügig sein kann. Ein Nachweis auf experimentellem Wege steht noch aus. Schließlich gibt der Verfasser die Gleichungen des Verlaufs der Ströme und für ein Beispiel die entsprechenden Kurven. Daraus geht hervor, daß sich das Feld exponentiell mit der Zeitkonstante verringert. Für das gegebene Beispiel verringert sich das Feld in 0,09 s auf 37 % seines Anfangswertes, so daß bei nicht allzu großen Differenzen der Pendel der Kontakt *3* praktisch induktions-, also funkenfrei arbeitet. Große Differenzen können ja aber wegen der dauernden Synchronisation gar nicht erst auftreten. —

Langwierige Versuche, zu denen dem Verfasser hoffentlich bald die Möglichkeit geboten wird, müssen die Richtigkeit der theoretischen Erwägungen erweisen. Insbesondere müßte nach Ansicht des Berichters auch bei mechanischen Kontakten der Einfluß der zu leistenden Schaltarbeit, bei Photozellen oder kapazitiven Kontakten die Betriebsicherheit und die Rentabilität geprüft werden. (H. Bock, Z. Instrumentenkde. Bd. 51, S. 189.) *Blz.*

Beleuchtung.

Beleuchtung des Welland-Kanals. — Der Welland-Kanal verbindet, in Nord-Südrichtung laufend, den Erie-See mit dem Ontario-See. Auf einer Länge von 40 km enthält er 7 Schleusen, 9 Bahn- und 12 Straßenkreuzungen. Die Beleuchtungsanlagen, einschließlich der Zuleitungen und Umspannwerke, befinden sich auf der Westseite des Kanals. Die Zuleitungen liegen auf Masten mit 30 m Abstand, 10 m vom Rande des Kanals entfernt. Beide Seiten des Kanals sollten, bei großen Lampenabständen, möglichst gleichmäßig beleuchtet sein; eine Beleuchtungstärke an der Ostseite des Kanals wie bei Vollmond wurde für ausreichend erachtet. Der Abstand zwischen den Masten auf der Westseite und dem gegenüberliegenden Ufer beträgt 107 m. An jedem fünften Mast und in den Krümmungen an jedem vierten Mast wurde eine Brennstelle vorgesehen. Die Beleuchtungskörper bestehen, ähnlich den Geräten für Flugfeldbeleuchtung, aus einer Fresnelschen Gürtellinse mit einer Glühlampe von 4500 Lumen. Die Lichtverteilungskurve ist fächerförmig und zeigt in der Horizontalebene einen Öffnungswinkel von rd. 100 °, in der Vertikalebene von etwa 10 °. Die größte Lichtstärke ist unter einem Winkel von 2 ° nach unten geneigt. Infolge des verhältnismäßig kleinen Öffnungswinkels in horizontaler Richtung ist die Lichtstärke in der vorherrschenden Blickrichtung nicht sehr groß, so daß die Blendung sich in erträglichen Grenzen halten dürfte. Die Schleusenanlagen sind durch Freistrahler mit Diopterglocken beleuchtet, die an Masten am Schleusenrande angebracht sind. Zur Beleuchtung einzelner Bedienungsgänge, die beim Füllen der Schleuse überflutet werden, wurden wasserdichte Leuchten verwendet. Die ganze Anlage ist sicherheitshalber in drei Stromkreise (Reihenschaltung) unterteilt, an denen die Brennstellen abwechselnd angeschlossen sind. Die Brükken erhielten ebenfalls neue Beleuchtungsanlagen. (R. M. Love, M. B. Hastings u. G. F. Mudget, Trans. Amer. Illum. Engr. Soc. Bd. 27, S. 443.) *Lgf.*

Heizung. Öfen.

Verwendung des Gußeisens als Wärmespeicher. — In England verwendete man bisher als Speichermittel in Zimmeröfen für Speicherheizung Wasser oder Öl, wobei die Erwärmung in einer Zentralheizanlage erfolgte. L. G. A. Sims berichtet über die Entwicklung eines Speicherofens mit festem Kern, der in Anlehnung an „kontinentale" Bauformen konstruiert wurde. Es wurden zunächst eine Reihe von Speichermitteln in bezug auf ihre spezifische Wärme, bezogen auf das Volumen, untersucht. Mit Rücksicht auf die leichte Beschaffung wurde als Speichermittel Gußeisen verwandt, wobei daran gedacht ist, unter Umständen den gußeisernen Kern am Ort der Aufstellung zu beschaffen, um so an Transportkosten zu sparen. Der gesamte Kern besteht aus einer Reihe gleicher Elemente, die zylindrische Bohrungen zwecks Aufnahme der Heizwiderstände tragen. Der Anschlußwert beträgt 2 kW, die Aufnahme kann durch Hebelschalter auf ⅔ und ⅓ dieses Betrags herabgesetzt werden. Der Kern hat die Abmessungen 150 · 300 · 600 mm; das Kerngewicht ist nicht angegeben. Der Ofen besitzt einen Doppelmantel, der unter Freilassung eines Luftzwischenraums den Speicherkern umschließt und mit Schlackenwolle (60 mm) gefüllt ist.

Es wird der Begriff des Speicherfaktors eingeführt, definiert durch das Verhältnis

$$\frac{\text{Wärmeinhalt des Speicherkerns am Ende der Ladeperiode}}{\text{zugeführte elektrische Arbeit.}}$$

Bei dieser Definition bleibt die ebenfalls nützliche Speicherwirkung der Isolation und der Konstruktionsteile außer Betracht. Der Speicherfaktor betrug bei der kontinentalen Konstruktion 49 % und konnte durch die Verwendung von gußeisernen Kernen, die für gleiche Speicherwirkung geringeres Volumen und daher geringere Oberfläche ergaben, als Kerne aus Stein, auf 61 % gesteigert werden. Es hat sich herausgestellt, daß die Güte einer Konstruktion wesentlich von den Mitteln abhängig ist, mit denen am Ende der Entladeperiode der Restwärmeinhalt trotz der niederen Kerntemperatur nutzbar gemacht werden kann. Die Verwendung eines Ventilators wurde verworfen und lediglich durch verschließbare Luftkanäle ein natürlicher Luftzug während der Entladezeit ermöglicht. Die Wichtigkeit der Restwärmeabfuhr wird auch belegt durch die Steigerung des Speicherfaktors von 61 auf 68 %, wenn der Ofen nicht, wie üblich, in regelmäßig intermittierendem Betrieb arbeitet, sondern vollkommen abkühlt. Die Aufnahmen des Temperaturverlaufs in Zimmern sind nur von begrenztem Wert, weil leider die Größe der Zimmer und die Wandkonstruktion nicht angegeben sind. Interessant ist, daß zwischen Bodentemperatur und Temperatur an der Decke ein höchster Temperaturunterschied von nur 2,8 ° C am Ende der Ladezeit und von 4 ° C nach ⅔ der Ladezeit auftritt, während bei der Entladezeit (offenbar durch Schwankungen der Umgebungstemperatur) keine stetige Kurve erzielt wird. Bei einer Betriebsweise: Laden von 9 h ··· 17 h, Entladen von 17 h ··· 9 h (die Wahl dieser Zeiten macht die Übertragung auf praktische Verhältnisse, bei denen nachts geladen wird, schwierig) treten größte zeitliche Temperaturschwankungen von 5,5 ° C auf, wobei die Temperaturen vom Ende der Ladeperiode (17 h) bis 5 h vormittags nur etwa ± 0,5 ° um einen Mittelwert für diese Zeitspanne schwanken. (Engineering Bd. 131, S. 561 u. 664.) *Pk.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Theorie der Kurzschlußbremse. — Einer umfassenden theoretischen Behandlung der elektrischen Kurzschlußbremse sind zwei Richtungen vorgezeichnet: Zunächst müssen die in Aussicht genommenen Bremsschaltungen auf ihre grundsätzliche Eignung, vor allem also auf ihre Stabilität untersucht werden; dann aber soll bei den als brauchbar erkannten Anordnungen der Bremsvorgang selbst vom Einsatz der Bremse bis zum Stillstand des Fahrzeugs klargestellt werden.

Der ersten Aufgabe hat W. Bader in einer Abhandlung sich unterzogen, über die in dieser Zeitschrift schon berichtet worden ist[1], die zweite ist Gegenstand eines vom gleichen Verfasser jüngst veröffentlichten Aufsatzes, der in naheliegender Unterteilung 1. die betriebsmäßige Bremsung ohne Überschreitung der Reibungsgrenze, 2. die Überbremsung bei gekuppelten Achsen, 3. die Überbremsung bei ungekuppelten Achsen (hier unter Beschränkung auf das zweimotorige Fahrzeug) untersucht.

Da beim mathematischen Ansatz gröbere Vernachlässigungen nicht zugelassen werden, versagen sich die aufgestellten Differentialgleichungen einer geschlossenen analytischen Behandlung. Deshalb wird im 1. und 2. Abschnitt das zwar an bestimmte Ausgangswerte gebundene, aber doch zu allgemeiner Betrachtung recht taugliche Isoklinenverfahren benutzt, während im letzten Abschnitt die schrittweise numerische Lösung Platz greift, da es dort verwickeltere Systeme von Differentialgleichungen zu lösen gilt.

[1] ETZ 1931, S. 912.

Digitized by Google

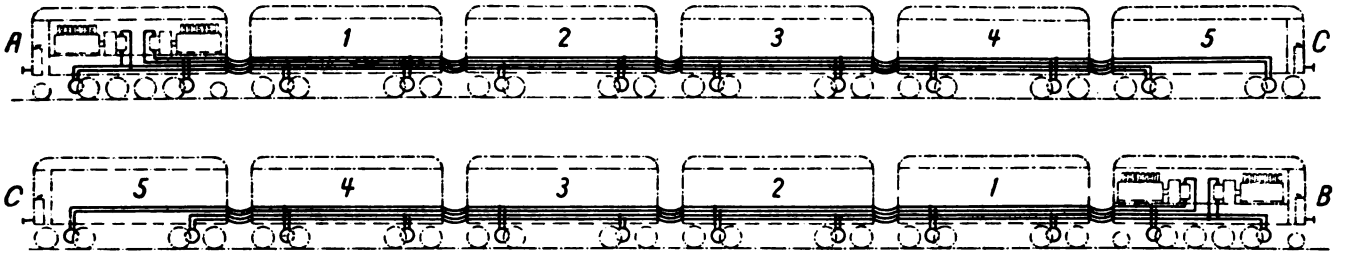
Aus den stets vollständig durchgeführten Lösungen seien folgende Ergebnisse hervorgehoben: Für die unerwünschten Stöße beim Übergang von einer Bremsstufe auf die nächste sind in erster Linie die Wirbelströme verantwortlich zu machen, die bei jeder Flußschwankung im ungeblätterten Eisen wachgerufen werden und dem Ankerstrom, somit auch der Bremskraft eine sprungweise Änderung gestatten; Abhilfe wird vorgeschlagen. Die Bremsfähigkeit bei kleinsten Fahrgeschwindigkeiten ist beim Langsamläufer dank der ihm innewohnenden höheren magnetischen Energie besser gewährleistet als bei dem heute so beliebten Schnelläufer. Bei der Überbremsung kann das schlüpfende Rad vorübergehend rückwärts laufen. Ebenso vermag es kurzzeitig still zu stehen, da die Reibung in den Achslagern u. dgl. einer Bewegung in beiden Richtungen sich widersetzt. Auch die gelegentlich beobachtete überraschende Erscheinung des lange währenden Radstillstandes findet ihre Erklärung. Sind die Achsen nicht gekuppelt, so werden bei der Überbremsung die beiden Räder nicht gleichzeitig zu schlüpfen beginnen, da die Bremsverzögerung ungleiche Achsdruckverteilung bewirkt. Gerät das entlastete rückwärtige Rad ins Schlüpfen, so wird bei der Ausgleichschaltung und bei der ihr nahe verwandten Kreuzschaltung mit Überbrückungswiderstand die Gefahr begünstigt, bei der reinen Kreuzschaltung hingegen gemildert, daß auch das in Fahrtrichtung vorwärts liegende Rad die Reibungsgrenze überschreitet und dann in der Folge den Wagen schlecht bremst. In dem im Aufsatz angeführten Beispiel liefert daher bei gleichen Anfangsbedingungen die Kreuzschaltung den kürzeren Notbremsweg als die Ausgleichschaltung, ohne daß dieses Ergebnis nach Meinung des Verfassers eine unanfechtbare Überlegenheit der Kreuzschaltung beweisen soll. Die Entscheidung über die für Straßenbahnen zu wählende Zweimotoren-Bremsschaltung fällt nicht leicht, wenn man die vom Verfasser am Schlusse zusammengestellten Vor- und Nachteile der beiden gebräuchlichsten Anordnungen gegeneinander abwägt. (W. Bader, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 247 u. S. 299.) *Sb.*

Dieselelektrische Triebfahrzeuge. — Über die Frage der zweckmäßigsten Kraftübertragung zwischen Dieselmotoren und den Treibrädern eines Schienenfahrzeuges unter Anpassung an die Streckenverhältnisse vorzuziehen.

P. Altorfer behandelt im „Bulletin Oerlikon" die unter Mitwirkung der Maschinenfabrik Oerlikon vom Jahre 1929 an bis jetzt gebauten dieselelektrischen Triebfahrzeuge. Unter diesen befinden sich einige besonders bemerkenswerte Ausführungen, über die hier einige Mitteilungen gemacht werden sollen.

Die Buenos Aires-Great Southern Railway beabsichtigt, den dem stark ansteigenden Vorortverkehr nicht mehr genügenden Dampfbetrieb durch einen Betrieb mit dieselelektrischen Triebfahrzeugen zu ersetzen. Zur Erzielung der im Vorortverkehr notwendigen großen Beschleunigung hat die Gesellschaft eine eigenartige Antriebsweise in Aussicht genommen, die in der Abb. 3 gekennzeichnet ist. Die mit elektrischer Zugsteuerung ausgerüstete Zugeinheit besteht aus einer dieselelektrischen Lokomotive und fünf Beiwagen, von denen der fünfte mit Führerstand versehen ist. Je zwei solcher Einheiten können zu einem Vollzuge vereinigt werden, an dessen beiden Enden dann je eine dieselelektrische Lokomotive läuft. Die von den Dieseldynamos gelieferte elektrische Arbeit wird nun nicht nur den beiden Antriebsmotoren der Lokomotiven zugeführt, sondern auch jedem der Beiwagen, die als Triebwagen ausgebildet und mit je zwei Triebmotoren ausgerüstet sind. Die Lokomotiven bilden also gewissermaßen fahrende Kraftwerke zur Speisung der über einen Halbzug verteilten 12 Triebmotoren. Die beiden Triebmotoren jedes Triebfahrzeuges liegen in zwei verschiedenen Stromkreisen, so daß beim Ausfall eines Stromerzeugers immer noch ein Motor in jedem Triebfahrzeug betriebsfähig bleibt. Die Steuerung des Zuges geschieht von der führenden Lokomotive oder vom Steuerwagen aus durch Vielfachsteuerung. Die Spannung der Generatoren wird vom Fahrschalter aus in der üblichen Weise durch Veränderung der Erregung der Generatoren geregelt. Auf jeder Lokomotive sind zwei achtzylindrige Dieselmotoren von je 600 PS eingebaut, die mit je einem Stromerzeuger von 365 kW und besonderer Erregermaschine gekuppelt sind. Bisher sind zwei solcher Lokomotiven in Auftrag gegeben.

Dieser Versuch ist zwar sehr interessant. Ob er aber gegenüber dem sonst im Vorortbetrieb üblichen rein elek-



A, B Lokomotiven mit Doppelkontroller für Steuerung von zwei Fünfwagenzügen;

C Beiwagen mit Einfachkontroller für Steuerung von einem Fünfwagenzug.

Abb. 3. Schaltplan für Vielfachantrieb mit dieselelektrischen Lokomotiven und je 5 elektrisch angetriebenen Beiwagen der Buenos Aires-Great Southern Railway.

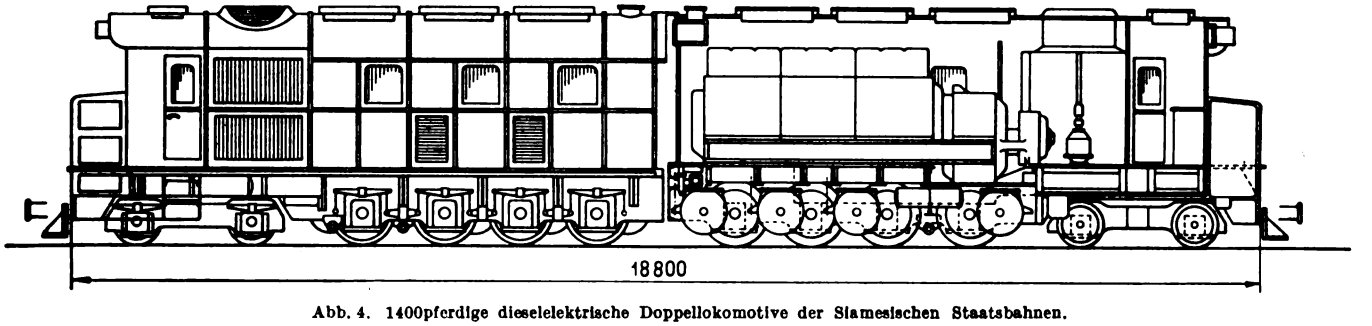


Abb. 4. 1400pferdige dieselelektrische Doppellokomotive der Siamesischen Staatsbahnen.

gehen die Meinungen in der Fachwelt erheblich auseinander. Doch ist festzustellen, daß die in den letzten Jahren gebauten, durch Dieselmotoren angetriebenen Schienenfahrzeuge in weit überwiegender Anzahl mit elektrischer Kraftübertragung ausgerüstet worden sind. Die Praxis scheint demnach trotz der etwas höheren Anschaffungskosten die elektrische Kraftübertragung wegen der bequemen Regelung von Zugkraft und Geschwindigkeit trischen Betriebe wirtschaftlich bestehen kann, dürfte zunächst zweifelhaft erscheinen.

Unter den übrigen in dem Aufsatz behandelten Dieselfahrzeugen sind noch die Bestellungen der Siamesischen Staatsbahn besonders hervorzuheben. Sie bestehen aus einer 1400 PS-Doppellokomotive für Güter- und Personenzüge, sechs 900 PS-Lokomotiven für Schnellzüge, sechs 450 PS-Lokomotiven für Personenzüge und

Digitized by Google

Verschiebezwecke und schließlich sechs 150 PS-Triebwagen für Lokalverkehr. Von diesen Maschinen ist die 1400 PS-Doppellokomotive besonders durch ihre für Meterspur außergewöhnliche Größe bemerkenswert (Abb. 4). Jede Lokomotivhälfte ist mit einem 700 PS-Dieselmotor mit zugehöriger Haupt- und Hilfsdynamo ausgerüstet. Die Drehzahl des Dieselmotors beträgt bei Vollast 600 U/min und kann auf 500 und 550 abgestuft werden. Jede Lokomotivhälfte besitzt vier Treibachsen von 1050 mm Dmr., die durch je einen selbstgelüfteten Motor mit Tatzlageraufhängung und einfacher Zahnradübersetzung angetrieben werden. Die höchste Fahrgeschwindigkeit ist 45 km/h. Die Steuerung dieser Lokomotive bietet nichts Besonderes. Je vier Motoren werden in Parallelschaltung von je einem Generator gespeist. Die drei verschiedenen Drehzahlen des Dieselmotors werden vom Fahrschalter durch elektropneumatische Steuerventile geregelt. Besondere Maßnahmen sind für die Kühlung des Kühlwassers mit Rücksicht auf das Tropenklima notwendig. Es mußten besonders kräftige Kühlsätze vorgesehen werden, die von den Erregermaschinen aus gespeist werden und selbsttätig anlaufen, wenn die Erregermaschine Spannung abgibt. Die Siamesische Staatsbahn hat den dieselelektrischen Fahrzeugen gegenüber dem rein elektrischen Betriebe den Vorzug gegeben, weil die Anlage und Unterhaltung einer Fahrleitung im tropischen Urwalde große Schwierigkeiten bereitet haben würde. (P. Altorfer, Bull. Oerlikon 1931, S. 593.) —*sb*—

Zur Frage der Hauptbahnelektrisierung in England. — Seit der Veröffentlichung des Vorschlags einer umfassenden Elektrisierung der englischen Bahnen durch das Weir-Committee[1] steht diese Frage im Mittelpunkt des Interesses der englischen Wirtschaft und Industrie. Unter den in einer Reihe von Vorträgen und sonstigen Veröffentlichungen enthaltenen Kommentaren und Anregungen verdienen einige besondere Beachtung.

Der Ertrag der Elektrisierung wurde im Bericht des Committees zu 7 % des zusätzlichen Anlagekapitals errechnet. Seither ist der Kupferpreis von 1050 auf 600 RM/t*[2], der Zinssatz von 5 auf 4 % gefallen, wodurch die Verhältnisse eine bedeutende Verschiebung zugunsten des Elektrisierungsplanes erfahren haben. Ein Ertrag von 14 oder 15 % wird für möglich gehalten, insbesondere wenn man in Betracht zieht, welche Vorteile der Elektrizitätswirtschaft aus der Erhöhung des Stromverbrauchs um etwa 20 % erwachsen würden.

Anderseits wird von mancher Seite der allmähliche Ersatz des Lokomotivparkes durch dieselelektrische Fahrzeuge empfohlen und dabei auf den bedeutend geringeren Kapitalbedarf dieser Lösung hingewiesen. Der errechnete Ertrag liegt zwischen 15 und 25 % des zusätzlichen Anlagekapitals. Gegen die Einführung der dieselelektrischen Betriebsart in großem Umfange spricht ihre Abhängigkeit von ausländischem Brennstoff.

Ein im Weir-Bericht nicht genügend zum Ausdruck gebrachter Gesichtspunkt zugunsten beider genannter Pläne ist, daß die erzielbare Steigerung der Geschwindigkeit und Bequemlichkeit des Schienenverkehrs den Bahnen einen erheblichen Teil der in den letzten Jahren an Straßenfahrzeuge verlorenen Güter- und Personenbeförderung zurückgewinnen dürfte.

Es ist wahrscheinlich, daß nach der bevorstehenden Erlassung der London Passenger Transport Bill die Elektrisierung der noch mit Dampf betriebenen Vorortstrecken einsetzen wird. Späterhin dürften dann die Fernstrecken mit dichtem Verkehr für elektrischen, Zweiglinien dagegen für diesel-elektrischen Betrieb eingerichtet werden.
v. Str.

Fernmeldetechnik.

Die Entwicklung des Fernsprechnetzes in Rumänien. — Am 1. I. 1931 übernahm die Societatea Anonimă Română de Telefoane, eine Betriebsgesellschaft des ITT-Konzerns, den Betrieb des rumänischen Fernsprechwesens. Die Orts- und Fernnetze umfaßten zu jener Zeit 1380 Vermittlungstellen mit etwa 52 000 Anschlüssen und 56 000 km Leitungen für den Fernverkehr. Die Anlagen und Einrichtungen waren, obwohl im allgemeinen in gutem Zustande, völlig verschiedenartig. Die von der Gesellschaft übernommene Aufgabe, das gesamte Netz einheitlich umzugestalten und den wirtschaftlichen Erfordernissen entsprechend auszubauen, ist von ungewöhnlichem Interesse, zumal den Anforderungen des Verkehrs während der Zeit der Umstellung genügt werden mußte.

Am dringendsten war das Bedürfnis nach Erweiterung und Verbesserung des Fernverkehrs, besonders mit anderen europäischen Ländern. Die auf diesem Gebiet geleistete Hilfe bestand in der Schaltung neuer Stromkreise mittels Trägerleitungen und durch Bildung von Vierern, dem Auslegen neuer Kupferleitungen sowie in einer Verbesserung des Betriebsdienstes. Zunächst wurde zwischen Bukarest und Temesvar auf einer Bronzeleitung von 4 mm Stärke ein Dreikanal-Trägerstromsystem eingerichtet. Es folgte ein ähnliches System zwischen Bukarest und Großwardein mit Verstärkern in Kronstadt und Klausenburg. Dadurch konnten unmittelbare Verbindungen von Bukarest nach Temesvar, Großwardein, Budapest und Wien geschaffen werden. Bis dahin stand von diesen Orten nur Temesvar in unmittelbarer Verbindung mit Bukarest. Der verbesserte Inlandsdienst und der mit Österreich und Ungarn sowie darüber hinaus mit einer großen Zahl anderer Staaten eingerichtete Auslandsdienst wurden so stark in Anspruch genommen, daß die Werbung sofort unterbrochen und weitere Schritte unternommen werden mußten, um den Anforderungen an den Verkehr gerecht zu werden. Die Verschiedenheit der Drahtstärke und Charakteristik benachbarter Leitungen führte dazu, Versuche anzustellen, mit Hilfe eines eigens hierfür entwickelten Kreuzungschemas ein Einkanalsystem zwischen Bukarest und Kronstadt einzurichten, u. zw. über dieselbe Linie, die von dem System Bukarest—Großwardein benutzt wurde. Eine zweite Verbindung dieser Art wurde zwischen Bukarest und Szegedin in Ungarn über das System Bukarest—Temesvar in Betrieb genommen. Bis jetzt hat Bukarest folgende unmittelbaren Verbindungen mit dem Ausland erhalten: 2 mit Budapest und je eine mit Paris, Prag und Wien.

Die in Rumänien vorhandenen Leitungen haben sich als so gut erwiesen, daß in dem Augenblick, als die Anforderungen des Verkehrs übersehen werden konnten, 3 zusätzliche Dreikanal- und 15 Einkanalsysteme in Auftrag gegeben werden konnten, von denen 3 Einkanalsysteme bereits in Betrieb genommen sind, u. zw. auf den Strecken Temesvar—Großwardein—Landesgrenze (Richtung Kaschau), Bukarest—Kronstadt—Klausenburg und Kronstadt—Klausenburg. Die übrigen sollen noch im Jahre 1932 fertiggestellt werden; sie sollen u. a. Bukarest unmittelbar mit Krajowa, Temesvar, Kronstadt, Băcău, Jassy, Galatz, Konstantza und Rustschuk verbinden. Für die Strecke zwischen Bukarest und Plojeschti, auf der sich die Trägerstromsysteme beträchtlich häufen, ist ein Sonderschema von Trägerkreuzungen ausgearbeitet worden.

Um den Bedürfnissen des Inland-Sprechverkehrs Rechnung zu tragen, soll versucht werden, den Viererbetrieb auszugestalten. Seit Inangriffnahme dieser Arbeiten im Frühjahr 1931 sind 2700 Leitungskilometer neu hinzugekommen. Die 1931 in Betrieb gestellten Vierer sind sowohl für Nah- als auch für Fernverkehr geeignet und werden mit und ohne Trägerstrom betrieben. Im vergangenen Jahr kamen 10 000 km Leitungslänge hinzu, doch brauchten neue Drähte nur für weniger als 250 Leitungskilometer verlegt zu werden.

Zur Förderung des Fernverkehrs war es ferner nötig, die Fernverkehrs-Linienführung den wirtschaftlichen Bedürfnissen des Landes anzupassen. Um hier Abhilfe zu schaffen, plant die Gesellschaft eine Zentralisierung des Fernverkehrs in der Weise, daß einige gewisse Konzentrationspunkte untereinander verbunden werden. Diese Verkehrsmittelpunkte sind mit hochwertigen Leitungen zu den sie unmittelbar umgebenden Fernverkehrszentren zu verbinden. Der hiernach aufgestellte Schaltungsplan ist schon soweit durchgeführt, daß am Ende dieses Jahres ein Hauptnetz hochwertiger Leitungen zur Verfügung stehen wird. Das Ziel dieser Arbeiten ist, mit einer möglichst geringen Vermehrung der Stromkreisgruppen und mit möglichst niedrigen Ausgaben für Verbesserung der Übertragung auf Leitungen zweiter Ordnung, die hauptsächlich für den Nahverkehr benutzt werden, allen Orten in Rumänien die Teilnahme am Fernverkehr, auch mit dem Ausland, zu ermöglichen. In einigen Jahren wird das Netz in die endgültige Fernverkehrs-Zentralisationsanlage überführt sein. Dieser endgültige Plan verringert die Zahl der größeren Konzentrationszentren des Zwischenplans für 1932 von 15 auf 9. (Electr. Communic. Bd. 10, S. 113.)
Gth.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Elektrophotographie von Isolierstoffen. — Wird photographisches Papier zwischen zwei Plattenelektroden gelegt und an diese eine Spannung angelegt, so findet man am Papier nach dem Entwickeln das Auftreten von fleckenartigen Zeichnungen. Sie treten bei einer bestimm-

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 637.
[2] 1 £ = 15 RM.

Digitized by Google

ten Spannung auf und werden dann immer stärker. Es genügt eine Expositionszeit von etwa 20 s. Die Schwärzungen sind bei Gleich- und bei Wechselspannung vorhanden. Nimmt man z. B. zwei Lagen Photopapier, Gesamtstärke 0,32 mm, so treten die ersten Spuren bei etwa 490 V Gleichspannung auf, also schon bei 15 kV/cm. Eine gewisse Ähnlichkeit der Erscheinung mit den Lichtenberg schen Figuren ist unverkennbar.

Eine nähere Untersuchung ergab, daß die Schwärzung vom Glimmen jener dünnen Luftschicht herrührt, welche zwischen dem photographischen Papier und der Metallelektrode stets vorhanden ist. Die Leitfähigkeit des Papiers ist nämlich wesentlich höher als die der Luftschicht, so daß die Feldstärke in der Luft entsprechend höher ist und die Anfangsfeldstärke erreicht. Ist also die unmittelbar der lichtempfindlichen Schicht aufliegende Nachbarschicht für die Schwärzung verantwortlich, so läßt sich als solche auch ein Isolierstoff wählen. Man wird dann offenbar die Spuren des Glimmens in diesem photographisch festhalten können. Wichtig ist jetzt nur, daß man die zwischenliegende Luftschicht, welche stören könnte, durch verschiedene Maßnahmen ausschaltet. Am besten eignet sich hierfür eine dem Isolierstoff anliegende Wasserschicht. Da es wahrscheinlich die Lichtstrahlen sind, welche auf die Photoschicht wirken, so eignen sich am besten einigermaßen durchscheinende Isolierstoffe, damit man von dem Glimmen im Innern des Isolierstoffes ein getreues Bild erhält.

In erster Linie glimmen natürlich die Luftporen in den Isolierstoffen, so daß man hauptsächlich über die Verteilung und Anzahl derselben einen Anhaltspunkt gewinnt. Dies ist als Fabrikationskontrolle für viele Stoffe wichtig. Es sind der Arbeit eine Anzahl von Schwärzungsbildern beigefügt, u. zw. über Kabelpapier, poröses Gummi, Lackpapier, Lackleinen, Cellon, Asbest-Bakelit und Holzmehl-Bakelit. Die Schwärzungsgrenze liegt bei diesen Stoffen wesentlich niedriger als die Durchschlagfeldstärke. Schwarzes Lackleinen zeigt im Gegensatz zu gelbem keinen Effekt, ein Beweis dafür, daß die sichtbaren Lichtstrahlen wirksam sind.

Auch die Glimmvorgänge in Öl lassen sich mit der Methode untersuchen, aber auch homogene feste Stoffe geben unter Umständen zum Glimmen und zu Schwärzungen Anlaß. Solche Bilder lassen sich z. B. an Glas unmittelbar vor dem Durchschlag aufnehmen, während andere, z. B. einwandfreie Paragummitücher, gar keinen Effekt geben. Man erhält also auch über die inneren Vorgänge in Isolierstoffen unter dem Einfluß von Hochspannung durch die Elektrophotographie eine gewisse Auskunft. (A. Gemant, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 250.)

Sb.

Verschiedenes.

Härtung von Metallen durch rotierende magnetische Felder. — Gehärteter Stahl wird durch Alterung noch härter. Besonders Werkzeugstähle unterliegen noch stundenlang nach der Wärmebehandlung inneren Umwandlungen, verbunden mit Wärmeentwicklung und Zunahme der Härte. Die Annahme, daß diese Selbsthärtung mit einer atomistischen Umordnung unbekannten Charakters Hand in Hand geht, regte zu dem Versuch an, diese Umordnung der Atome noch zu unterstützen durch Anwendung eines Magnetfeldes mit wechselnder Polarität. Tatsächlich wurde durch Rotation und sogar schon durch einfache Drehung der Probestücke in einem Magnetfeld von 1440 Gauß eine beträchtliche Härteänderung erzielt. Bei einer Temperatur von 100 ° C erwies sich der Einfluß des Feldes noch größer als bei Zimmertemperatur.

Proben aus Schnelldrehstahl (von 1300 ° C in Öl gehärtet) und aus Silberstahl (von 800 ° C aus abgeschreckt) wurden 5 h gealtert, dann bei 100 ° C 100mal im Magnetfeld gedreht, wieder gealtert, durch ein Bombardement von Stahlkugeln (nach Cloudburst) vergütet, nach weiteren 5 h wieder bei 100 ° C im Magnetfeld gedreht und erfuhren bei dieser Behandlung eine Härteänderung von 700 auf 1000 Brinell (s. Abb. 5). Die Anwendung des Magnetfeldes hat eine momentane Abnahme, dann eine starke Zunahme und wieder eine leichte Abnahme der Härte zur Folge. Wiederholte magnetische Behandlung desselben Probestückes nach eingetretener Stabilität hatte bei Schnelldrehstahl jeweils ein Fallen und langsames Steigen der Härte zur Folge, jedoch mit abnehmendem Härtemaximum nach jeder neuen Magnetisierung. Bei Kohlenstoffstahl (0,76 C, 0,59 Mn, 0,15 Si) von 780 ° C aus gehärtet, ergab die 7malige Wiederholung einer einfachen Drehung des Probestückes im Magnetfeld eine stetige Zunahme des Härtemaximums bis zur 5. Wiederholung, dann ziemlich gleichbleibende maximale Härte und leichte Abnahme der stabilen Härte (Abb. 6). Bei einer Rasierklinge, die je einmal bei 100 ° C im Magnetfeld gedreht wurde, zeigte sich bis zur 5. Wiederholung des Versuchs das normale plötzliche Fallen der Härtekurve, dann ein Steigen und leichtes Abfallen, bei dem die erreichten Maxima ziemlich konstant, die stabilen Härten stetig höher liegen. Von der 6. Magnetisierung ab tritt aber plötzlich ein Steigen, Fallen und leichtes Wiedersteigen der Härte ein, wobei aber keine wesentliche Erhöhung der stabilen Härte mehr erreicht wird.

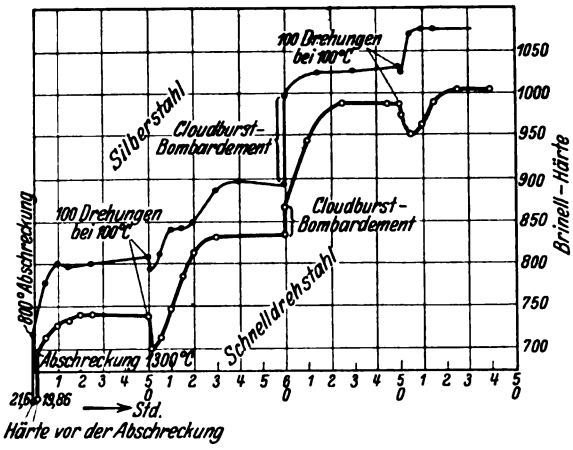


Abb. 5. Härtewerte von Silber- und Schnelldrehstahl beim Abschrecken, 100maligem Drehen im magnetischen Feld, Nachhärten im Cloudburst-Verfahren und nochmaligem Drehen im magnetischen Feld.

Ganz ähnlich verhalten sich merkwürdigerweise einige nicht magnetische Metalle, die erfahrungsgemäß durch Alterung starke Veränderungen ihrer mechanischen Eigenschaften erleiden, so vor allem Duraluminium und Stabmessing. Von 500 ° C auf Zimmertemperatur abgeschrecktes Duraluminium, das je 10mal im Magnetfeld gedreht wird, zeigt bei den drei ersten Behandlungen ein Fallen, dann ein Steigen der Härte, bei der 4., 5. und 6. Behandlung dagegen zuerst ein Steigen, dann ein Fallen der Härtekurve (Abb. 7).

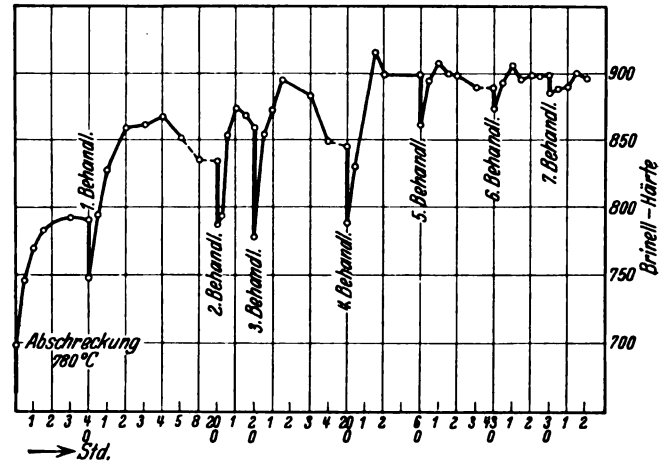


Abb. 6. Veränderungen der Härtewerte von Stahl, der nach dem Abschrecken 7mal mit kurzen Zwischenpausen im Magnetfeld gedreht wird.

Eine atomistische Erklärung dieser merkwürdigen Beobachtungen ist bis jetzt nicht möglich. Tatsache ist, daß die Änderung der Härte durch das magnetische Feld sehr stark von der Zeit abhängt und besonders bei hartem Stahl außerordentlich schnell vor sich geht. Die Temperatur, bei welcher die magnetische Behandlung vorgenommen wird, ist bei Stahl von starkem Einfluß auf die Härteänderung; an nicht magnetischen Metallen ist ihr Einfluß noch nicht untersucht. Die durch die magnetische Behandlung eingeprägte Härte hält sich über Monate und bleibt vermutlich dauernd bestehen, wenn auch systematische Versuche über längere Zeiträume noch nicht vorliegen.

Digitized by Google

Da alle untersuchten Metalle im Magnetfeld Härteänderungen vom selben Charakter aufweisen, so handelt es sich möglicherweise um ein allen Metallen gemeinsames Phänomen. Bei nicht magnetischen Metallen sind die Änderungen relativ klein, aber theoretisch außerordentlich wichtig. Zur Klärung ihrer physikalischen Natur sind noch weitere Versuche notwendig.

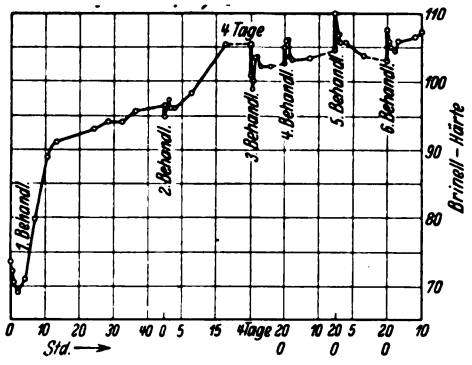


Abb. 7. Veränderung der Härtewerte von Duraluminium, das nach dem Abschrecken je 10mal mit kurzen Zwischenpausen im Magnetfeld gedreht wird.

Die praktische Bedeutung der magnetischen Härtung von Werkzeugstählen ist einleuchtend. Sie kann am fertigen Werkstück, wenn besondere Härte verlangt wird, und selbst bei der kompliziertesten Form leicht angewandt werden. Auch die Versuche an ungehärteten Stählen sind ermutigend und werden fortgeführt. Sie sind von besonderer Wichtigkeit, weil ein Härteverfahren ohne Wärmebehandlung kein Verziehen des Werkstückes zur Folge hätte und deshalb in vielen Fällen teure Nacharbeit ersparen würde. (E. G. Herbert, Proc. Roy Soc., A, Bd. 130, S. 514.) *Krz.*

Hochspannungstechnik.

Versuche mit Stoßspannungen an Unterwerken. — Das 220 kV-Umspannwerk der Public Service and Gas Co. in Roseland wurde über eine rd. 13 km lange Freileitung mit einer Wanderwelle von 169 kV Höchstwert bei einer Frontlänge von 5 µs und einer Halbwertszeit von 19 µs beschickt; ferner wurde noch eine sehr kurze Welle von 4 µs gesamter Länge und 140 kV Höchstwert verwendet. Die Absenkung der 19 µs-Welle betrug unter dem Einfluß einer Transformator-Sammelschiene allein 4,5 %. Durch Zuschaltung weiterer Sammelschienen, Schalter und eines Versuchstransformators stieg die Absenkung auf 35 %. Die entsprechenden Werte bei der 4 µs-Welle betrugen 32 % und 65 %. Zwischen den Überspannungswerten an den verschiedenen Punkten der Station konnte bei den einzelnen Schaltzuständen kein Unterschied festgestellt werden.

Wird ein Ableiter an einer einzelnen Sammelschiene direkt an einen Transformator angeschlossen, so wird die Spannung am Ableiter und am Transformator ein Minimum. An jeder anderen Stelle der Station hängt jedoch die Überspannungshöhe von der Ableiter-Ansprechspannung, der Steilheit der Wanderwelle und der Entfernung vom Ableiter ab. Wird die Steilheit der ankommenden Welle bis zur Ansprechspannung des Ableiters als konstant angenommen, so gilt für $u_t \leq 2\,u_a$

$$u_t = u_a + \frac{2\,\mathrm{d}u_1}{\mathrm{d}t} \cdot \frac{D}{1000}. \qquad (1)$$

Hierin bedeuten u_t die Spannung am Transformator in kV, u_a die Ableiter-Ansprechspannung in kV, $\mathrm{d}u_1/\mathrm{d}t$ die Wanderwellensteilheit in kV/µs und D die Entfernung vom Ableiter bis zum Transformator in Fuß (1 Fuß = 0,3048 m). Steigt D auf oder über den Wert

$$D' = \frac{1000\,u_a}{2\,\mathrm{d}u_1/\mathrm{d}t}, \qquad (2)$$

so wird $u_t = 2\,u_a$, d. h. die Spannung am Transformator erreicht die doppelte Ableiter-Ansprechspannung. Diese ist die größtmögliche Spannung am Transformator, unabhängig von der Lage des Ableiters. Die angegebene Gl. (1) versagt, wenn D größer als D' wird. — Gemäß Gl. (1) muß der Ableiter um so näher an den Transformator herangedrückt werden, je weniger die Spannung an ihm die Ansprechspannung des Ableiters überschreiten soll. Die durch obige Gleichungen gegebenen Zusammenhänge wurden durch Oszillogramme bestätigt.

Die weiteren Versuche wurden im Freiluftwerk Elizabeth Port, das mit 26,4/4,15 kV arbeitet, durchgeführt. Die Stoßleitung war bis auf eine Entfernung von rd. 3 km von der Station verkabelt, der Rest war eine 9,5 km lange Freileitung auf Holzmasten. Die auf das Kabel auftreffende Welle hatte einen Höchstwert von 136 kV, der innerhalb von 2,7 µs erreicht wurde. Die Zuschaltung der Sammelschienen und Transformatoren an das Kabel ergab unter dem Einfluß des geringen Kabel-Wellenwiderstandes im Gegensatz zur 220 kV-Station eine Herabsetzung des Spannungshöchstwertes von nur rd. 5 %. Messungen zeigten auch hier keinen merklichen Unterschied der Wellengestalt an verschiedenen Stellen des Unterwerks. Die Dämpfung des Kabels ergab eine verhältnismäßig geringe Herabsetzung der Wellenhöhe. Durch Zuschaltung eines zweiten Kabels an die Sammelschienen wurde jedoch der Unterwerks-Spannungshöchstwert unter dem Einfluß des verringerten resultierenden Wellenwiderstandes von 30,5 auf 16,4 kV, d. h. um rd. 46 % herabgesetzt. Mehrere an die Sammelschiene angeschlossene Kabel stellen demgemäß einen sehr wirksamen Überspannungschutz dar. Auch bei diesem Werk entsprach die Wirkung eines Ableiters der oben angegeben Gl. (1).

Ferner wurde ein Überspannungsableiter vor dem Kabelendverschluß an die Freileitung angeschlossen und im Werk die Spannung am Transformator gemessen. Die Überspannung nimmt im Werk mit wachsender Entfernung des Ableiters vom Kabelendverschluß ab. Dies gilt naturgemäß nur für eine Überspannung, die jenseits des Ableiters entsteht, d. h. nicht zwischen Ableiter und Kabel. Die größte Überspannungsabnahme (etwa 53 %) trat bei der verwendeten Wellenform innerhalb der ersten 300 m auf (rd. 1000 Fuß). — Hohe Erdungswiderstände setzen den Schutzwert eines Freileitungsableiters wesentlich herab. Das Arbeiten des Ableiters kann durch Verbindung seiner Erdungsklemme mit dem Kabelmantel verbessert werden. (Southgate, Brooker, Whitehead u. Roman, Vortrag der Winter Convention des Amer. Instn. electr. Engr., Jan. 1931.) *gn.*

Ströme und zeitlicher Verlauf von Liniengleitfunken. — An mehreren Glasrohren mit verschiedenem Durchmesser und verschiedenen Wandstärken wurden die Ströme von Liniengleitfunken bei Stoß mittels Funkenmethoden und Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen ermittelt. Die Annahme starker Ströme in Gleitfunken wird bestätigt. Die Untersuchungen ergeben, daß die Ströme rascher als die zugehörigen Zündspannungen, u. zw. im Mittel proportional mit $U_z^{2,2}$ ansteigen. Zwischen der wirksamen Bahnkapazität und den Strömen wird eine lineare Abhängigkeit festgestellt.

Der zeitliche Verlauf von Gleitfunken wird durch Messungen an einer Wanderwellenleitung, in der das Gleitrohr quer hängt, gezeigt. Die durch das Gleitrohr hervorgerufene Verformung einer Wanderwelle ergibt im Vergleich zur Urwelle ein genaues Bild über die Stromentnahme des Funkens während seiner Ausbildung. Die aus der maximalen Kurvenabsenkung der verformten Welle errechneten Ströme ergeben Übereinstimmung mit den aus den vorhergehenden Strommessungen mittels Widerstandes und parallel geschalteter Funkenstrecke gefundenen Werten. Einige Oszillogramme veranschaulichen die Vorgänge auf einer Wanderwellenleitung ohne und mit angeschlossenem Gleitrohr und bestätigen die Ergebnisse der Funkenmethode.

Die rechnerische Nachprüfung der Vorgänge nach der Binderschen Gleichung für Gleitfunken:

$$C\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x} = \frac{\partial\lambda}{\partial x} \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda\,\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

ergibt gleichfalls Übereinstimmung der daraus errechneten Ströme mit den Ergebnissen der vorhergehenden Methoden. Weiter ergibt sich daraus die Funkenkonstante für Gleitfunken zu

$$k = 0{,}12 \cdot 10^{-3},$$

also ebenso groß wie für frei durch Luft schlagende Funken. (F.-J. Ježek, Dissertation T. H. Dresden 1931.) *Sb.*

Digitized by Google

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Für den August 1932 ergibt sich eine Zunahme in der Erzeugung der 122 Elektrizitätswerke gegenüber dem Vormonat um 94,3 Mill kWh (9,8 %) und arbeitstäglich um 2,123 Mill kWh (6 %), während der Vergleich mit dem August 1931 zeigt, daß die Produktion um 58,4 Mill kWh (5 %) bzw. arbeitstäglich um 3,753 Mill kWh (9 %) gesunken ist. Der Anschlußwert der erfaßten Abnehmer von 103 Werken war im Juli um 22 000 kW geringer als im Juni, übertraf aber den im Parallelmonat von 1931 festgestellten Betrag um 0,130 Mill kW (3 %). Verbraucht haben diese Konsumenten im Juli 2,6 Mill kWh weniger als im Vormonat (arbeitstäglich — 0,099 Mill kWh) und 90,5 Mill kWh (19 %) bzw. arbeitstäglich 2,802 Mill kWh (16 %) weniger als im Juli 1931. — Im September 1932 war die Erzeugung der genannten Werke um 12,8 Mill kWh größer als im Vormonat und ist hinter der Produktion des Parallelmonats von 1931 um 77,9 Mill kWh (7 %) zurückgeblieben. Je Arbeitstag betrugen diese Unterschiede + 1,997 und — 2,998 Mill kWh (7 %). Nach dem Bericht des Statistischen Reichsamts stellte sich die Gesamterzeugung der erfaßten Anlagen in den ersten drei Vierteljahren auf 9,3 Mrd kWh gegen 10,6 in der entsprechenden Zeit des Vorjahres und 12,0 Mrd kWh in der Parallelperiode von 1930, so daß sich im Gesamtdurchschnitt der neun Monate den genannten Jahren gegenüber Rückgänge von 12 % bzw. 23 % ergeben. Der Anschlußwert der aus 103 Werken versorgten gewerblichen Abnehmer hat sich im August gegen den Juli nicht geändert, übertraf jedoch den im August 1931 festgestellten um 0,128 Mill kW. Verbraucht wurden von diesen Konsumenten 17,5 Mill kWh (4,5 %) mehr als im Vormonat, aber 52,7 Mill kWh (12 %) weniger als im August 1931, was arbeitstäglich eine Verringerung um 2,6 Mill kWh (16 %) ausmacht. *fm.*

Monat	Arbeitstage		von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	15,0	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0	4,8	4,6	381,4	444,4	15,9	18,5	3,3	4,0
VI.	26	26	954,7	1095,6	36,7	42,1	4,8	4,6	387,8	463,3	14,9	17,8	3,1	3,8
VII.	26	27	962,9	1146,3	37,0	42,5	4,8	4,6	385,2	475,7	14,8	17,6	3,1	3,8
VIII.	27	26	1057,2	1115,6	39,2	42,9	4,8	4,6	402,7	455,4	14,9	17,5	3,1	3,8
IX.	26	26	1070,0	1147,9	41,2	44,1	.	4,6	.	451,0	.	17,3	.	3,7

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1368, 1503; 1932, S. 1067.

AUS LETZTER ZEIT.

Vereinigung der Universität und der Technischen Hochschule in Breslau. — Wie der Amtliche Preußische Pressedienst mitteilt, haben die Kommissare des Reiches für Preußen den Beschluß gefaßt, die Universität und die Technische Hochschule in Breslau mit Wirkung vom 1. April 1933 in der Weise zu vereinigen, daß die Technische Hochschule als Ingenieurwissenschaftliche Fakultät der Universität angegliedert wird. Der Name der Gesamtanstalt wird lauten „Schlesische Universität (Friedrich-Wilhelms-Universität und Technische Hochschule)".

Die Etats beider Anstalten werden mit Wirkung vom 1. April 1933 zusammengelegt.

Das Hauptziel der Vereinigung ist, den Gedanken der engen Zusammenarbeit aller Wissenschaften als Gegengewicht gegen die Gefahr fachlicher Zersplitterung zur Geltung zu bringen und in Forschung und Lehre der gegenseitigen Befruchtung aller an beiden Anstalten gepflegten Wissenschaftsgebiete zu dienen. Durch die Zusammenfassung der für beide Anstalten zur Verfügung stehenden Mittel werden ferner eine rationellere Verwendung der Fonds, eine bessere Ausnutzung der Einrichtungen sowie Ersparnisse ohne Schädigung der Leistungsfähigkeit erzielt.

Kredit beim Bau des Memelkraftwerks. — Die Zuschlagserteilung für den Bau des Memelkraftwerks wird von der Gewährung eines Kredits abhängen. Die litauische Regierung wird von der ausführenden Firma einen langfristigen Kredit verlangen.

Großfusion der belgischen Elektrowirtschaft. — Die Hydroelektrogesellschaft Société d'Electricité de la Région de Malmédy (Serma) in Brüssel, die die große Talsperre zur Ausbeutung der Wasserkräfte der Warche errichtete, wird das Großkraftwerk Auvelois übernehmen, das zur Sofina-Gruppe gehört. Die Serma selber steht unter der Kontrolle der Sofina.

Eigenversorgung in der holländischen Preßstoffindustrie. — Die von der holländischen Regierung stark unterstützten Pläne für den Ausbau von eigenen und selbständigen Industriezweigen erstrecken sich auch auf die Anlage neuer Pressereibetriebe. Dabei dürfte die Versorgung mit Preßstoffen für absehbare Zeit noch durch ausländische Preßstofflieferwerke erfolgen, da von der Neugründung eines holländischen Preßstoffwerkes bisher nichts bekannt wurde. Für Preßwerkzeuge, soweit sie in Holland hergestellt werden, wird vorzugsweise englischer Stahl verwandt, während fertige Preßwerkzeuge vorwiegend von deutschen Werkzeugmachereien bezogen werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung in Gemeinschaft mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens e. V. am Dienstag, dem 24. Januar 1933, abends 8 Uhr (pünktlich) im Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Berlin (Eingang Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Angelegenheiten der Heinrich-Hertz-Gesellschaft.
2. Vorträge:
   1. Herr Dr.-Ing. Paul v. Handel: „Der Einfluß des frequenzabhängigen Schwundes auf die Höhenmessung der Ionosphäre."
   2. Herr Dr. Waldemar Ilberg: „Neue Versuche auf dem Gebiete der Dezimeterwellen" (mit Vorführungen).

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. 1. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für die obigen Vorträge bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Donnerstag, dem 26. Januar 1933, abends 8 Uhr in der Aula der Technischen Hochschule Berlin.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Schneider über das Thema: „Pflege und Überholung von Gene-

Digitized by Google

ratoren, Transformatoren und Schaltanlagen in Großkraftwerken."

Inhaltsangabe:

a) Einleitung:

Ausdehnung eines modernen Großkraftwerkes.

b) Generatoren:

Überwachung der Luftzirkulation, regelmäßiges Reinigen der Erregermaschinen, Wicklungen, Rotoren, Überwachung der Dichtigkeit der Ringlaufkühlung. Maßnahmen zur Verhütung des Eindringens von Öldämpfen aus den Lagern in die Generatoren. Notwendigkeit von 2 hintereinander geschalteten Filtern bei Frischluftkühlung und von Zusatzfiltern bei Ringlaufkühlung. Überprüfung des Isolationswiderstandes der Rotoren während des Betriebes. Erfahrungswerte für Isolationswiderstände. Instandhaltung stillgesetzter Aggregate. Regelmäßige Überholung von Turboaggregaten, Untersuchung des Eisenpaketes, Untersuchung der Stäbe auf Bewegung innerhalb der Nuten, Neubewicklung der Bügelisolation, wenn möglich Verbesserung der Abkühlungsverhältnisse, Teilfugenerneuerung. Untersuchung der Bandagen mit Rücksicht auf die Gefährdung durch einphasige Erdschlüsse. Kosten für Überholungen.

c) Transformatoren:

Überwachung der Ölzirkulation, laufende Ölkontrolle, Schutz der Kühlschlange gegen Korrosionen, Verhütung der Algenbildung im Kühlwasser, Überholung von Großtransformatoren. Teilweise vollkommener Neuaufbau, Verbesserung des Ölumlaufes, Verstärkung der Isolation für Ein- und Ausgangspulen. Ölregenerierung, Kosten der Überholung.

d) Schaltanlagen

Übersicht über verwendetes Material, Trockenhaltung der Anlagen, Fußbodenanstrich oder Fliesen oder Linoleum. Sicherheitsmaßnahmen für das Personal, Abzweigevorrichtung für unter Spannung stehende Teile, Trennschalter-Amperemeter, Erdungsmaßnahmen und Warnungschilder, Temperaturüberwachung der Stoßstellen.

e) Brandschutz:

Überwachungseinrichtungen, stationäre Geräte, fahrbare Geräte, Schulung des Personals.

f) Schlußausführungen.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. 1. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken

Der Vorsitzende:

Dr. Rehmer.

Besichtigung.

am Freitag, dem 27. Januar, und am Freitag, dem 3. Februar 1933, 5 Uhr nachm., findet je eine

Besichtigung des Osram-Museums

im Verwaltungsgebäude der Osram Kommanditgesellschaft G. m. b. H., Berlin O 17, Ehrenbergstraße 11/14, statt.

Treffpunkt: Das Osram-Museum.

Verkehrsverbindungen: Schnellbahn und Hochbahn, Haltestellen Warschauer Str. bzw. Warschauer Brücke, von beiden etwa 3 min entfernt.

Die Zahl der Besucher ist auf je 60 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Damen sind willkommen.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Neuanfertigung von ETZ-Einbanddecken 1931.

Den von verschiedenen Seiten an uns herangetragenen Wünschen entsprechend, beabsichtigen wir, von den ETZ-Einbanddecken für das Jahr 1931 noch einen Posten anfertigen zu lassen, falls genügend Bestellungen zusammenkommen. Die Preise betragen RM 2,20 für den Halbjahrsband, einschließlich Versandkosten. Bestellungen erbitten wir bis spätestens zum 31. Januar 1933 durch Einzahlung auf unser Postscheckkonto Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk beifügen „ETZ-Einbanddecken 1931") oder durch schriftliche Bestellung. Im letzteren Falle erfolgt der Versand unter Nachnahme, zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Verlagsabteilung:

P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 26. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 301 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. F. Mörtzsch, Berlin, „Der heutige Stand des el. Kochens im Haushalt- und Großküchenbetrieb".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 24. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H. Eing. Gartentor: Vortrag Obering. Mitschaling, Hannover, „Neues über Konstruktion, Eigenschaften und Anwendung des alkalischen Akkumulators, insb. nach dem Edisonprinzip".

Oberrhein. Elektrotechn. Verein, Karlsruhe. 20. I. 1933, abds. 8 h, Gartensaal des „Moninger": a) Vortrag Dir. Dr. H. Probst, Berlin, „Das Neueste auf dem Gebiete der Hochspannungschaltanlagen und der Maschinen-Schaltwarten im In- und Ausland". b) Vortrag Obering. O. Mayr, Berlin, „Die neue Entwicklung des Hochleistungschalters".

Elektrotechn. Verein München. 25. I. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H. Eing. Gittertor Theresienstraße: Vortrag Dipl.-Ing. Haertel, „Rundfunkstörungen, ihre Auffindung, Messung und Beseitigung".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 20. I. 1933, abds 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Orendi, Stettin, „El. Temperaturmessungen".

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 24. I. 1933, nachm. 5½ h, Hörsaal 141 der T. H. (Hauptgeb. Erdgeschoß): Berichte über Arbeiten des Beleuchtungstechn. Instituts der T. H. Berlin. a) Prof. Dr. M. Pirani, Einführung. b) Dr.-Ing. W. Arndt, „Über das Flimmern der Glühlampen bei Wechselstrom". c) Dr.-Ing. Dresler, „Die lichttechn. Eigenschaften von Blitzlichtern". d) Dr.-Ing. W. Arndt, „Kennzeichnung und Messung lichtstreuender Hohlkörper nach den Vorschlägen der Komm. f. Beleuchtungsglas der DBG.". e) Dr.-Ing. Dresler, „Über eine Filterkombination zur genauen Angleichung der Spektralempfindlichkeit von Photozellen an die des Auges". f) Aussprache.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband, Berlin. 26. I. 1933, nachm. 5 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: a) Lichtbildervortrag Min.-Rat Heyden, Berlin, „Das Pumpspeicherwerk Waldeck und seine Einfügung in den Betrieb der Preußenelektra". b) Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Bartel, Berlin, „Der Bau des Pumpspeicherwerkes Waldeck".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztlicher Verein für Strahlenkunde, Berlin. 26. I. 1933, abds 8 h, Hörsaal des Universitätsinstituts für Strahlenforschung, Berlin, Robert-Koch-Pl. 1: Ordentliche Hauptversammlung. a) Vortrag M. Herz, „Die physikal. und photograph. Unterschiede in der Wirkungsweise von Röntgenpapier und Röntgenfilm". b) Vortrag R. Ziegler, „Über die Verwendbarkeit von Röntgenpapier im prakt. Betriebe".

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. 27. I. und 3. II. 1933, abds. 6½ ··· 8 h, T. H., Hauptgeb., alter Physikhörsaal: Vorträge Dr.-Ing. Dr.-jur. Patentanwalt Hilliger, Berlin, „Neuere Anschauungen im Patentrecht". 2 Doppelstunden 2 RM. Kartenbestellungen für die Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Straße 27, zu richten.

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

R. Platz †. — Am 1. d. M. verschied nach kurzem Krankenlager Herr Dr.-Ing. E. h. Richard Platz, Generaldirektor der Hackethal-Draht- und Kabel-Werke Aktiengesellschaft, Hannover. Der Verstorbene stand seit Gründung der Gesellschaft, die vor 32 Jahren erfolgte, an deren Spitze und hat sich um den Aufbau des Unternehmens hohe Verdienste erworben. Die T. H. Hannover ernannte Direktor Platz anläßlich ihres 100jährigen Bestehens zum Dr.-Ing. E. h.

Jubiläum. Herr E. Frost, Direktor der AG. Electricitäts-Werke Liegnitz, begeht am 20. d. M. sein 25jähriges Jubiläum als alleiniger Vorstand der Electricitäts-Werke Liegnitz.

LITERATUR.

Besprechungen.

Dieselmotoren in der Elektrizitätswirtschaft, insbesondere für Spitzendeckung. Von M. Gercke. Mit 19 Textabb., IV u. 92 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 6 RM.

Der durch zahlreiche Veröffentlichungen bekannte Dieselmotoren-Fachmann hat es verstanden, auf gedrängtem Raum einen umfassenden Überblick über die Verwendungsmöglichkeiten des Dieselmotors in der Elektrizitätswirtschaft zu geben. Dabei behandelt er zunächst die Betriebsbedingungen der Dieselmaschine, insbesondere die Brennstofffrage und die Betriebsergebnisse größerer ausgeführter Anlagen. Diese Angaben sowie eingehende Anlage- und Betriebskosten-Berechnungen erleichtern es dem Elektrizitätswirtschaftler, sich ein Urteil über die Zweckmäßigkeit der Verwendung von Dieselkraft für sein Versorgungsgebiet zu bilden. Dem Dieselmotor als Spitzen- und Reservemaschine und seinen Vorteilen werden einige spezielle Kapitel gewidmet. Von letzteren werden besonders die Verbilligung des Fernstrombezugs und die Senkung der Kabelkosten für das Verteilungsnetz behandelt. Von Interesse sind weiterhin Angaben über ausgeführte „Saison"-Dieselkraftwerke als Aushilfe für unstetige Wasserkräfte. Den interessantesten Teil des Buches bildet aber ohne Zweifel der Vorschlag des Verfassers, Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung an Stelle von Hausturbinen in Dampfkraftwerken für den Eigenbedarf zu verwenden. Die Vorteile betrieblicher und wirtschaftlicher Art einer solchen Anordnung werden dem Leser in eingehenden Darlegungen und Rechenbeispielen vor Augen geführt. In der Tat ist der Gedanke der vollständigen Unabhängigkeit von dem gesamten übrigen Kraftwerksbetrieb und des sich hieraus ergebenden mühelosen Anfahrens des Kraftwerks sowie der Unberührtheit von Störungen bestechend. Zudem bewirkt die bessere Wärmewirtschaft des Dieselmotors, daß je Kilowattstunde weniger Abwärme frei wird als bei Dampfaggregaten. Das bedeutet eine Beseitigung der „Abwärmeschere", d. h. der Klemme zwischen der abnehmenden Tendenz des spezifischen Dampfverbrauches für die Krafterzeugung und der zunehmenden Tendenz des Eigenbedarfs neuzeitlicher Kraftwerke. Gleichzeitig wird hierdurch eine so vollkommene Ausnutzung der dem Dieselmotor zugeführten Wärme ermöglicht, daß der hohe Brennstoffpreis keinen bedeutenden Nachteil bedeutet. Nach Ansicht des Verfassers wird es außerdem möglich sein, das teure ausländische Gasöl durch das preiswertere Teeröl zu ersetzen, sobald die Hersteller des letzteren sich zu einer Normung entschließen.

Alles in allem wird der Elektrizitätswirtschaftler zahlreiche Anregungen aus dem Buche schöpfen.

E. M. v. Livonius.

Funk-Empfangs-Technik. Bildübertragung, Fernsehen, Tonfilm. Von M. von Ardenne. Mit 330 Abb. u. 352 S. in gr. 8°. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1931. Preis geb. 8,50 RM.

Keine Einführung in die Funkempfangstechnik ist dieses Buch. Es setzt vielmehr schon beträchtliche Kenntnisse voraus und bezweckt, durchschnittliche Fachleute und Amateure mit den Fortschritten der Empfangstechnik bekannt zu machen. Es ist also weniger ein Lehr- als ein Lesebuch, als solches aber vielseitig und inhaltsreich. Die darin aufgeführten Meßergebnisse sind zum großen Teil im Laboratorium des Verfassers gewonnen worden.

Der Inhalt steht auf ungleichmäßiger Höhe. Neben ausgezeichneten Darstellungen, wie z. B. der Rückkopplung und der Detektorwirkung der Röhre, finden sich oberflächliche und unklare. So sind die gekoppelten Schwingungskreise und der nicht zu ihnen gehörige, fälschlich als „Absorbtionskreis" bezeichnete Sperrkreis zu kurz gekommen. Dennoch wird es wenig Fachleute geben, die aus dem Buch nicht manches lernen können, zumal es sich nicht nur auf das beschränkt, was der Titel angibt, sondern auch Schallplattenaufnahme, Tonfilm und Fernsehen (dieses als besonderes Arbeitsgebiet des Verfassers sehr gut und ausführlich) behandelt.

W. Burstyn.

Basteltechnik im Empfängerbau. Von H. Wiesemann. Mit 4 Taf. i. Text u. einem Sonderteil: Die Basteltechnik in Bildern u. Zeichnungen m. 326 Abb. 126 u. 61 S. in 8°. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1931. Preis geb. 5,50 RM.

Das Buch wendet sich, wie schon der Name sagt, an den Bastler und will ihm die zum erfolgreichen Aufbau eines Rundfunkempfängers notwendigen Kenntnisse in leicht verständlicher Weise vermitteln. Es vermeidet daher grundsätzlich alle Theorie und Formeln, sucht aber einleitend eine allgemeine Vorstellung von den Vorgängen im Gerät zu geben. Diese kann natürlich, bedingt durch den knappen Raum und die mangelhaften Vorkenntnisse des Bastlers, nur oberflächlich sein. Die Hauptabschnitte des Büchleins sind: Schaltungen, die Auswahl der Einzelteile, Bauformen, der Bauplan, die Bearbeitung des Baumaterials, die Vorprüfung, der Probebetrieb. Man merkt beim Lesen, daß der Verfasser über eine reiche Praxis verfügt, und kann daher sein flüssig und klar geschriebenes Werkchen jedem, auch dem fortgeschrittenen Bastler, sehr empfehlen.

K. Mühlbrett.

Nikola Tesla und sein Werk u. die Entwicklung d. Elektrotechnik, der Hochfrequenz- u. Hochspannungstechnik u. d. Radiotechnik. Von Dipl.-Ing. S. Boksan mit einem Geleitwort v. Prof Dr. F. Kiebitz. Mit 79 Abb. i. Text, XVI u. 344 S. in gr. 8°. Deutscher Verlag für Jugend und Volk, Leipzig, Wien u. New York 1932. Preis geb. 15,— RM.

Tesla ist vor einiger Zeit 75 Jahre alt geworden. Dies Ereignis hat den Verfasser, der auch serbischer Nationalität ist, veranlaßt, Teslas Arbeiten in einer Art Jubiläumsschrift zusammenfassend darzustellen. Das bekannte Buch von Thomas Commerford Martin, dessen letzte Auflage meines Wissens in deutscher Übersetzung im Jahre 1895 erschienen ist, hat durch das vorliegende Werk eine willkommene Ergänzung über Teslas spätere Arbeiten erhalten.

Tesla hat außerordentliche Verdienste um die Entwicklung der Elektrotechnik. Er hat auf dem Gebiete der Mehrphasenströme und der Hochfrequenztechnik bahnbrechend gewirkt. Aus diesem Grunde habe ich es immer bedauert, daß es ihm nicht vergönnt gewesen ist, seine Erfindungen in Deutschland in Vorträgen vorzuführen, wie er dies in England und Amerika getan hat. Leider gewinnt man bei dem vorliegenden Buch den Eindruck, daß er, je länger um so mehr, sich von den realen Tatsachen entfernt und seiner Phantasie einen allzu breiten Raum gegönnt hat. Wenn heute bedauert wird, daß Tesla in unverdienter Abgeschlossenheit ein zurückgezogenes Leben führt, so kann nicht einfach gesagt werden, es geschähe ihm Unrecht, sondern es muß nach den Gründen dieses für Tesla sehr bedauerlichen Umstandes gefragt und auch die andere Seite gehört werden.

Soweit man aus den Angaben des Buches sich ein Bild von Teslas Gedankengängen machen kann, hat er beispielsweise auf dem Gebiete der drahtlosen Fernübertragung Vorstellungen gehabt, die ihn auf Abwege gelenkt haben, und man deswegen wohl der Behauptung Boksans, daß durch Teslas Arbeiten in den Jahren 1891 bis 1897 bereits im Jahre 1897 die abgestimmte drahtlose Telegraphie ein technisch fertiges und vollendetes Werk geworden sei, nicht ohne weiteres zustimmen kann. Ebenso erscheint es kaum glaubhaft, daß er mit einem rotierenden Quecksilberstrahl-Unterbrecher einen hochfrequenten Wechselstrom von 100 000 Hz bei 50 PS Leistung erzielt hat. Keins der im Buche abgebildeten Modelle scheint dazu geeignet zu sein, dem Unterbrecherzahnkranz eine Umfangsgeschwindigkeit von etwa 500 m zu geben, wie sie dazu notwendig wäre.

Der Verfasser hat mit außerordentlichem Fleiß alles zusammengetragen, was er an Literatur, insbesondere in bezug auf Teslas Patentschriften auftreiben konnte. Es entrollt sich vor dem Leser die Lebensgeschichte eines in

Digitized by Google

seltenem Grade erfindungs- und ideenreichen Mannes. Es wird niemand das Buch aus der Hand legen, ohne daraus in einem oder anderen Sinne Belehrung und Anregung geschöpft zu haben. H. Boas.

Die Planung als Ordnungsprinzip der deutschen Industriewirtschaft. Von Dr. R. v. Ungern-Sternberg. Mit IV u. 108 S. in gr. 8°. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1932. Preis kart. 4 RM.

Die planmäßige Bewirtschaftung der Preise, als Mittel der Rentabilitätssicherung, in den verschiedenen Formen der Unternehmerverbände und die kriegswirtschaftlichen Maßnahmen sind Vorstufen jener Planwirtschaft, die das wirtschaftspolitische Programm der politischen Parteien von den Nationalsozialisten bis zu den Kommunisten beherrscht und in dem Fünfjahrplan der Sowjet-Republiken (mit anderen Zielen) ihre Verwirklichung gefunden hat. Das Schlagwort Planwirtschaft wird meist ohne sinnfällige Vorstellung seiner praktischen Durchführung verwendet. Die eine Gruppe will die Produktion planmäßig gestalten, die andere hingegen die „Zirkulationssphäre der Wirtschaft", d. s. Verkehr, Versorgungsbetriebe, Handel, Geld- und Kreditwirtschaft.

Der Verfasser erörtert Planung und Planwirtschaft durch eine organisatorische Vereinigung von Firmen eines Industriezweiges sowie die Bildung von Zentraldirektionen (S. 64 ff). Für ihn ist Planmäßigkeit gleich Wirtschaftlichkeit; jene Zusammenfassung soll der Steigerung der Gütererzeugung und der Verwirtschaftlichung dienen. Jede überspitzte Zentralisation führt selbsttätig zu einer auflösenden Dezentralisation, in der Staatsverwaltung wie in der Industrie; der Zerfall der Großkonzerne ist hierfür ein Beispiel. Zentralisation trägt den Keim der Bürokratisierung in sich, die „verbeamtungsfähigen" Betrieben wie Eisenbahn, Post, Versorgungsbetriebe mit Monopolcharakter nicht weiter schadet. Man übersieht auch, daß die Produktion zum Teil von der Konsumseite her und durch Einkommensbildung geregelt wird. Die gebundene Preisbildung, wie sie die Planwirtschaft mit sich bringt, geht in der Regel auf Kosten des Verbrauchers. Dazu kommt das wichtige Problem der Kreditverteilung und der Regelung des Außenhandels.

Es ist notwendig, mit den Problemen der Planwirtschaft (als Gegensatz der freien Wirtschaft) sich zu beschäftigen, weil sie ein Teil jenes Umformungsprozesses wirtschaftlicher, geistiger und kultureller Art ist, der sich vor unseren Augen vollzieht, vorläufig nur in nebelhaften Umrissen. Das vorliegende Buch ist eine gute Einführung in die schwierige Frage. F. Leitner.

Eingegangene Doktordissertationen.

Walter Böhlau. Entwicklung und Arbeitsweise mehrphasiger Schaltungen zur Gleichrichtung hoher Wechselspannungen mit Lichtbogenkammern nach Marx. T. H. Braunschweig 1932.

Wilhelm Gattung, Über den Durchschlag von Transformatorenöl im unsymmetrischen Felde. T. H. Braunschweig 1931.

Wilhelm Ziegenbein, Periodische Lichtbogenlöschung und Verhinderung der Rückzündung bei der Gleichrichtung hoher einphasiger Wechselspannungen durch unsymmetrische Funkenstrecken. T. H. Braunschweig 1931.

Hans Fricke, Die Durchschlagspannung von Stickstoff im behinderten Entladungsgebiet bei Spannungen bis 70 kV. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus der Z. Physik Bd. 78, H. 1/2. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Paul Görlich. Der äußere lichtelektrische Effekt an Flüssigkeiten. Bestimmung der langwelligen Grenze des Wassers. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus Ann. Physik, 5. Folge, Bd. 13, H. 7, 1932. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.)

Paul Hochhäusler, Der Teslatransformator als Hochfrequenzprüfgenerator und seine Untersuchung mit dem Kathodenoszillographen. T. H. Berlin 1931. (Sonderdr. aus Arch. Elektrotechn. 1932, Bd. 26, H. 7. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Erich Hoffmann, Berechnung elektrischer Verteilungsnetze unter Berücksichtigung der Belastungs- und Verbrauchsdichte. T. H. Hannover 1932.

Gustav Lehmann, Über die Ursachen der Häufung von Blitzeinschlägen an gewissen Stellen von Hochspannungsleitungen. T. H. Dresden 1932.

Martin Kluge, Frequenzgang mit Plattenbeanspruchung von Tonabnehmern. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus Hochfrequenztechn. Bd. 40, 1932, H. 2 u. 3, Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.)

Albert Nitzsche, Über die Abhängigkeit der Höchstgeschwindigkeiten und der Austrittsarbeit lichtelektrischer Elektronen an Zn-Einkristallbruchflächen von der Flächenorientierung. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus Ann. Physik, 5. Folge, Bd. 14, H. 4, 1932. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Chinas Elektroeinfuhr. — Nach den kürzlich veröffentlichten Berichten der chinesischen Seezollverwaltung hat sich der Wert der chinesischen elektrotechnischen Einfuhr im Jahre 1931 erheblich vergrößert. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß sich der Wert der chinesischen Währung von 1930 bis 1931 um fast 27 % verringert hat, so ergibt sich, daß in Wirklichkeit eine Verminderung der Einfuhr um fast 15 % eingetreten ist. Die nachfolgenden, in deutsche Währung umgerechneten Ziffern[1, 2] ergeben für die genannten Gruppen eine Verringerung der Einfuhr von 49,53 auf 41,11 Mill RM. Dabei ist die Einfuhr aus Japan, die schon vorher rückgängig war, im Zusammenhang mit der bekannten Boykottbewegung noch weiter gesunken, doch ist Japan besonders bei der Einfuhr von elektrischen Geräten und Einrichtungen noch immer zu mehr als einem Drittel beteiligt. Bei der Einfuhr aus Deutschland zeigt sich für elektrische Geräte und ebenso für schwachstromtechnische Erzeugnisse eine erhebliche Abnahme, während die Einfuhr elektrischer Maschinen für Kraftanlagen zugenommen hat. Bemerkenswert bei der letztgenannten Einfuhrgruppe ist die starke Erhöhung des tschechoslowakischen Anteils, der auf Lieferungen der Skodawerke zurückzuführen ist. Der Anteil der Vereinigten Staaten ist bei allen drei Einfuhrgruppen zurückgegangen.

Einfuhr elektrischer Maschinen und Geräte.

	1930 1000 RM[1]	1931 1000 RM[2]
Elektrische Geräte, Installationsmaterial insgesamt	30 621	23 934
davon aus Hongkong	1 954	2 519
„ „ Großbritannien	3 662	2 440
„ „ Deutschland	4 901	3 635
„ „ Japan	10 889	8 112
„ „ Ver. Staaten	6 381	4 759
„ „ Belgien	899	1 125
Maschinen für elektrische Kraftanlagen insgesamt	6 342	4 780
davon aus Hongkong	471	205
„ „ Großbritannien	1 301	1 559
„ „ Deutschland	975	767
„ „ Tschechoslowakei	5	337
„ „ Japan	453	564
„ „ Ver. Staaten	2 083	640
Telegraphen- und Telephoneinrichtungen insgesamt	12 565	12 394
davon aus Hongkong	379	1 797
„ „ Großbritannien	1 241	1 268
„ „ Deutschland	3 529	1 222
„ „ Belgien	2 588	3 774
„ „ Frankreich	129	1 577
„ „ Japan	1 264	1 027
„ „ V. S. Amerika	3 016	1 105

(Electr. Rev. Bd. 111, S. 826.) *A. Fr.*

[1] 1 RM 1930 = 0,565 Haikwan-Taels.
[2] 1 RM 1931 = 0,769 Haikwan-Taels.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 1: Wer baut Regelungschalter und Temperatursicherungen für Einbau in Heizkissen?

Frage 2: Wer baut elektrisch betriebene Ventilatoren für Anschluß an 12 V Gleichstrom, die zur Inbetriebsetzung fahrbarer Sauggasanlagen dienen sollen?

Abschluß des Heftes: 18. Januar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Hörnerschalter für Leitungen.

Mitteilung der AEG.

Das Fahrleitungsnetz elektrischer Bahnen wird in einzelnen Speisebezirken und Schaltgruppen durch Schalter unterteilt, damit die notwendigen Überholungsarbeiten erledigt werden können. Die hierfür vorgesehenen Schalter sind Trennschalter und sollen im allgemeinen die Streckenabschnitte ohne Leistung abtrennen, nur im Notfall müssen die Schalter auch belastete Leitungsabschnitte abschalten können.

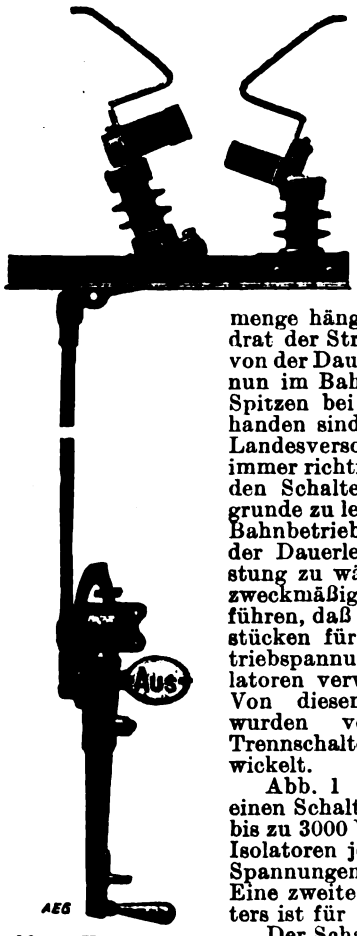


Abb. 1. Hörnerschalter für Betriebsspannungen bis 3000 V.

Die im Schalter entwickelte Wärmemenge hängt nicht nur vom Quadrat der Stromstärke, sondern auch von der Dauer der Belastung ab. Da nun im Bahnnetz erheblich höhere Spitzen bei kleiner Dauerlast vorhanden sind, als in der allgemeinen Landesversorgung, ist es nicht immer richtig, die Dauerleistung für den Schalter als Nennleistung zugrunde zu legen. Vielmehr ist es im Bahnbetrieb zweckmäßig, an Stelle der Dauerleistung die Stundenleistung zu wählen. Außerdem ist es zweckmäßig, die Schalter so auszuführen, daß bei gleichartigen Schaltstücken für die verschiedenen Betriebspannungen verschiedene Isolatoren verwendet werden können. Von diesem Gesichtspunkt aus wurden von der AEG neue Trennschalter für Bahnen entwickelt.

Abb. 1 (Stellung „Aus") zeigt einen Schalter, der für Spannungen bis zu 3000 V vorgesehen ist, dessen Isolatoren jedoch auch noch bis zu Spannungen von 10 kV ausreichen. Eine zweite Ausführung des Schalters ist für 15 kV bestimmt.

Der Schalter ist als Kippschalter ausgeführt, weil sich bei dieser Schalterart während des Schaltens in der Mitte des Schaltweges eine schnelle und in der Endstellung eine langsame Schaltbewegung mit großem Schaltdruck erzielen läßt. Die bei diesem Schalter verwendeten Isolatoren können bei der Fahrleitung zugleich für die Abspannlage und bei Betriebspannung von 1500—3000 V als Hänge- und Stützisolatoren verwendet werden. Die Kappen sind auf dem Isolator gegen Drehen durch einzelne Abflächen am Isolator geschützt. Das Schaltmesser hat eine Abstreifvorrichtung für Eis und ist mit Lichtbogenhörnern ausgerüstet. Der Handhebel für die Betätigung des Schalters kann in der Stellung „Ein" und „Aus" durch einen besonders hierfür vorgesehenen Schlüssel abgeschlossen und gesichert werden. Soll der betreffende Fahrleitungsabschnitt im spannungslosen Zustand geerdet werden, dann wird am Schalter noch ein Erdkontakt angebracht.

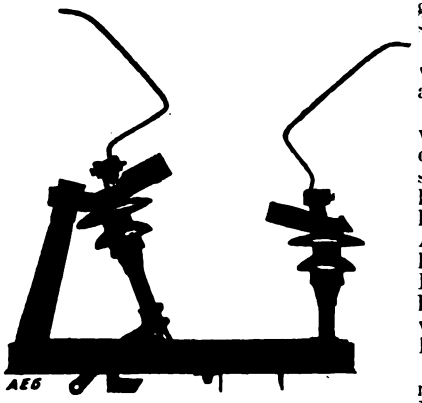
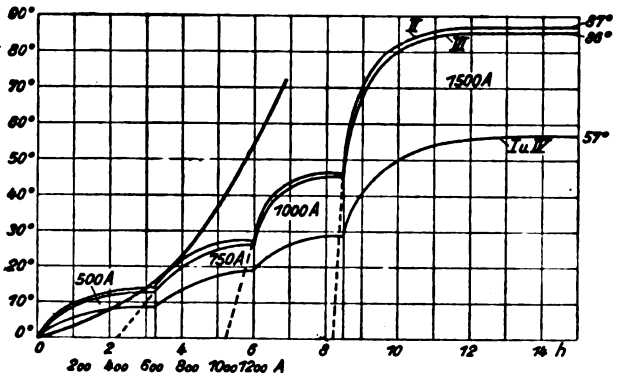


Abb. 2. Hörnerschalter für 16 kV, 500 A Wechselstrom.



– – – – I bis IV Erwärmung bei Dauerlast.
——— Erwärmung bei Stundenlast.

Abb. 3. Übertemperaturen am Hörnerschalter bei verschiedenen Belastungen.

Die bei der Dauerleistung des Schalters eintretende Übertemperatur ist in Abb. 3 für die verschiedenen Strombelastungen dargestellt. Abb. 3 gibt die Übertemperatur für die Stundenleistung des Schalters abhängig von der Stromstärke an. Nach diesem Schaubild ist der Schalter für eine Stundenlast von annähernd 1000 A zulässig. Die Maße für die Messer wurden daher so festgelegt, daß bei gleicher Kappenausführung das in Abb. 1 dargestellte Messer für 1000 A, ein größeres für 1500 A, zwei Messer für 3000 A vorgesehen sind.

Der Schalter nach Abb. 2 hat größeren Isolationsabstand und ist für 500 A Strom verwendbar. Bei diesem Schalter ist ebenfalls der Isolator der gleiche, wie er im ganzen Fahrleitungsnetz als Stützisolator, Hängeisolator usw. verwendet werden kann.

Abb. 4 zeigt schließlich einen Schalter für Betrieb mit dritter Schiene nach Abschalten von 1670 A bei 900 V, der auch zum Abschalten von Last verwendet werden kann. Hierzu sind am Schalter zwei Messer vorhanden, die beide im Betrieb Strom führen und durch eine Spannfeder miteinander verbunden sind. Beim Abschalten wird zuerst das eine Messer herausgenommen, die Feder gespannt und das zweite Messer durch Anschlag nach einem bestimmten Weg des ersten Messers aus den Kontaktfedern herausgedrückt und durch die Federkraft schnell herausgezogen. Der entstehende Lichtbogen wird an hierzu vorgesehenen Lichtbogenhörnern einwandfrei zum Verlöschen gebracht.

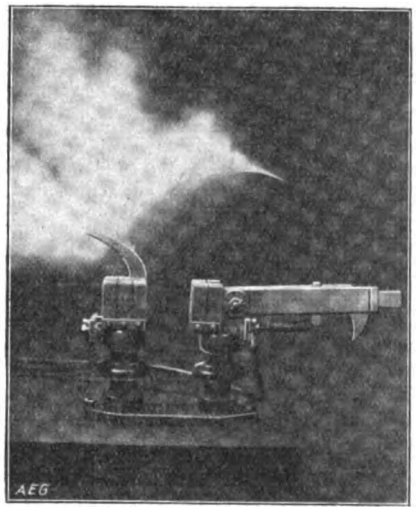


Abb. 4. Abschalten von 1670 A bei 900 V mit Hörnerschalter.

Der Schalter hat sich im Betrieb und ungünstigen Witterungsverhältnissen wie am Meer, in den Tropen und auch bei den normalen europäischen Verhältnissen bestens bewährt.

Digitized by Google

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Die Elektrizität im modernen Haushalt. Herausgegeben vom Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V. (VEI), Frankfurt a. M. 24 S. 1932. Preis: 100 Stck. 22 RM.

[Es hat bis jetzt an einer neutralen, zweckmäßig ausgestatteten Verkaufs-Werbeliste gefehlt, die die elektrischen Geräte und Apparate aller Art aus dem Verkaufsgeschäft der Elektro-Installationsfirmen in ansprechender Form dem Publikum empfahl. Nunmehr hat der Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes diese Lücke durch die Beschaffung einer vorzüglich ausgestatteten und sorgfältig bearbeiteten Verkaufsliste gefüllt, in der sämtliche in Frage kommenden elektrischen Geräte und Rundfunkapparate enthalten sind.]

Die elektrische Kraftübertragung. Bd. 2: Die Niederspannungs- und Hochspannungs-Leitungsanlagen. Von Dipl.-Ing. H. Kyser. 3. vollst. umgearb. u. erw. Aufl. Mit 395 Abb. u. 55 Zahlentaf., X u. 490 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 34 RM.

Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin für 1932. Abgeschl. Mitte Dez. 1932. Mit 97 S. in 4°. Wird kostenlos abgegeben.

Entscheidungen in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichensachen. Bd. 1: Patent- und Gebrauchsmuster-Entscheidungen. Von Dr. H. Joseph. Mit VIII u. 156 S. in 4°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geb. 24 RM.

Grundgesetze und Richtlinien für die Entwicklung der Wirtschaft im nationalsozialistischen Staate. Von Dipl.-Ing. K. Lüdde. Mit 56 S. in 8°. Hammer-Verlag, Leipzig 1932. Preis kart. 1,30 RM.

Hilfsbuch für Elektrizitätsabnehmer. Von A. Luft u. A. Plümecke. Mit Abb., VII u. 79 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis kart. 3 RM.

[Das Buch erklärt in leicht faßlicher Weise die Verrechnungstechnik durch beigegebene zahlreiche Beispiele und erläutert in klarer einfacher Form die technischen Begriffe. Es ist also für Strombezieher bestimmt, die selbst die Abschlußverhandlungen führen und sich vor der Verhandlungsaufnahme über die Möglichkeiten unterrichten wollen, die vorhanden sind, um zweckmäßige und vorteilhafte Strombezugsbedingungen und Strompreise zu erhalten.]

Elemente der Chemie-Ingenieur-Technik. Wissenschaftliche Grundlagen und Arbeitsvorgänge der chemisch-technologischen Apparaturen. Von W. L. Badger u. W. L. McCabe. Berechtigte deutsche Übersetzung v. Dipl.-Ing. K. Kutzner. Mit 304 Abb. i. Text u. auf einer Taf., XVI u. 489 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 27,50 RM.

Die Schule des Elektrotechnikers. 3., vollst. neubearb. Aufl. Herausg. v. Dipl.-Ing. Hofrat Prof. A. Holzt. Bd. 5: Theorie, Berechnung u. Konstruktion der synchronen Wechselstrommaschinen. Bearb. von Dipl.-Ing. A. v. Königslöw. Mit 347 Abb., IX Taf., VIII u. 296 S. in gr. 8°. Verlag Moritz Schäfer, Leipzig 1932. Preis geb. 9,50 RM.

Blätter für Geschichte der Technik. Herausg. v. Österr. Forschungsinstitut f. Geschichte der Technik in Wien. Schriftleitung: Dr.-Ing. L. Erhard. H. 1. Mit 8 Taf., 88 Textabb. u. VII, 214 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1932. Preis kart. 7,50 RM.

Aufgaben aus technischer Mechanik, Oberstufe. Von Prof. Dr. phil. L. Föppl. Mit 74 Abb., VI u. 106 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geb. 7 RM.

Raumbeleuchtungstechnik. Von Dr.-Ing. W. Arndt. Mit 23 Abb. u. 2 Taf. u. 107 S. in gr. 8°. Union Deutsche Verlagsges., Zweigniederlassung Berlin 1932. Preis kart. 9 RM.

Machines et appareils électriques. Bd. 2 von Memento d'électrotechnique. Von A. Curchod. Mit zahlr. Abb., XVII u. 502 S. in 8°. Verlag Dunod, Paris 1932. Preis geh. 96 Fr, geb. 105 Fr.

Deutscher Reichsbahn Kalender 1933. Illustr. Abreißkalender in gr. 8°. Herausg. v. Dr.-Ing. Dr. rer. pol. H. Baumann. Konkordia-Verlag, Leipzig 1932. Preis 3,60 RM.

11. Annual Report of the Transit Commission for the calendar year 1931. State of New York. Department of Public Service Metropolitan Division. Mit 542 S. in 8°. Zu bez. dch. die Transit Commission, 270 Madison Ave, New York 1932.

Sprache und Technik. Bearb. im Auftrage des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine von Dipl.-Ing. W. Landsberg. Mit 5 Abb., 2 Taf. u. 24 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1932. Preis geh. 0,80 RM.

[Die anläßlich der letzten Hauptversammlung des Deutschen Verbandes gehaltenen Vorträge bilden den Grundstock des Heftes. Sie sind im Auszug wiedergegeben, und darüber hinaus hat der Bearbeiter ein umfassendes Bild der vielseitigen Aufgabe „Sprache und Technik" zu geben verstanden. Es werden u. a. behandelt: Neubildung von Wörtern, internationale Sprachvereinheitlichung, Welthilfssprache, Wörterbücher. Die angeschnittenen Fragen haben für jeden Ingenieur Bedeutung, er muß heute oder morgen zu ihnen Stellung nehmen; daher ist dem Heft weiteste Verbreitung zu wünschen.]

Das Doppelspannungsnetz. Neue Wege zu wirtschaftlicher Leistungsteigerung unzureichender Verbrauchernetze. Von Dipl.-Ing. Th. Radtke, Direktor der Elektrizitätswerk Rheinhessen AG., Worms 1932. Mit 15 S. in 8°.

[Zur Verteilung elektrischer Energie in Ortsnetzen mittlerer Größe wird die Verwendung von 2 miteinander durch Ausgleichs-Transformatoren gekuppelten Spannungsystemen unter 1000 V vorgeschlagen. Das Verbrauchernetz wird dadurch in einzelne kleine Netze aufgelöst und jedem einzelnen die Energie durch das System höherer Spannung zugeführt. Da die übertragbare Energie dabei mit dem Quadrat der höheren Spannung und annähernd mit dem Quadrat der angewandten Ausgleichs-Transformatoren steigt, lassen sich mit geringen Kosten zahlreiche Vorteile erzielen, wie kleiner Spannungsabfall, niedrige Verbraucherspannung, offene Betriebsweise, sichere Selektivwirkung, entlasteter Nulleiter usw.]

Athenaion-Kalender „Kultur und Natur" 1933. Illustr. Abreißkalender in gr. 8°. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion m. b. H., Potsdam 1932. Preis 2,40 RM.

Das Rechtsgut des Wettbewerbsrechtes. Von Prof. Dr. H. Isay. Mit 67 S. in 8°. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1933. Preis geh. 2,50 RM.

Sonderdrucke.

Sur la structure des systèmes d'unités et la définition des grandeurs en électrotechnique. Von Prof. C. Budeanu. Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 239, 1932.

Rapporti sullo stato delle ricerche sugli olii isolanti. Zu bez. dch. Società Italiana Lubrificanti Bedford, Milano.

Listen und Drucksachen.

(Bezug durch die Firmen.)

F. Klöckner Komm.-Ges., Köln-Bayenthal. Liste 2—30: Einbauschalttafeln f. Werkzeugmaschinen; 10—30: Anwendung u. Aufbau v. Hilfsschaltern z. Steuerung selbsttät. Schaltgeräte; 11—50: Druckknopfschalter, Verriegelungskontakte usw.; 14—08: Überlastungs-Schutzschalter; 28—01: Beschreib., Aufbau u. Bauart d. Widerstände; 30—01: Beschreib. d. Ölselbstanlasser; 35—43: Widerstände für Drehstrom-Steuerwalzen; 35—47: Einphasen- u. Drehstrombremslüfter; F 11—1: Türkontakte. — Sonderdr.: P. Heck, El. Ausrüstungen von Pressen f. d. Herstellung v. Kunstharzstoffen; F. Eickenfonder, Über neue Klöckner-Bremslüftmagnete; H. Franken, Selbsttät. Sterndreieckschalter; Georg V. Schott, Würzburg. Liste 32: Elektr. Türöffner u. anderes Schwachstrommaterial; Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Illustrierter Rollenwandkalender 1933.

Aronwerke Elektrizitäts-A.-G., Berlin-Charlottenburg. Liste 10 g: Einphasen-Wechselstromzähler; Druckschrift: Kilowattbegrenzer „Maxiwatt".

Deutsche Philips G. m. b. H., Berlin W 35. Preisliste u. Übersicht über die Verwendung von Valvo-Röhren.

Industrie-Einbruchssicherung G. m. b. H., Abt. Bauausführung. Leitung: W. Blut, Berlin. Druckschr.: Schutz gegen Einbruch, Feuer und Überfall.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 26. Januar 1933** **Heft 4**

UMSCHAU

Das Fernmeldewesen im 1. Halbjahr 1932.

I. Zwischenstaatliche Zusammenarbeit.

Die zwischenstaatlichen beratenden Ausschüsse für das öffentliche Nachrichtenwesen (CCI, CCIT und CCIR) hatten ihre Vorbereitungen für die auf Spätsommer 1932 festgesetzte Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz im allgemeinen in den im Jahre 1931 abgehaltenen Tagungen, über die bereits früher berichtet wurde[1], abgeschlossen. Nur das CCI, der Ausschuß für den Fernsprechverkehr, hatte als Vorbereitung für die Welttelegraphenkonferenz in Madrid seine Berichterausschüsse für Betrieb und Tarif Ende Mai nach München einberufen. Aus dem Ergebnis der Beratungen dürften folgende Punkte interessieren: Im Verfolg einer Anregung der Internationalen Handelskammer wurde zur Förderung des zwischenstaatlichen Sprechverkehrs die Herausgabe einer kleinen Druckschrift empfohlen, durch die die Verwaltungen oder Betriebsgesellschaften den Fernsprechteilnehmern Aufschluß über die zwischenstaatlichen Sprechbeziehungen, Gesprächsarten und Gebühren sowie über das Verfahren beim Anmelden der Gespräche geben sollten; ferner sollten die Fernsprechbücher (Teilnehmerverzeichnisse) der einzelnen Länder nach einheitlichen Gesichtspunkten aufgestellt und ihr Austausch zwischen den Ländern sowie ihr Verkauf an Private erleichtert werden. Dagegen wurde die Neuherausgabe des zuletzt 1905 erschienenen Buches „Die Fernsprechtarife" wegen der hohen Kosten des umfangreichen, dabei aber immer schnell veraltenden Werkes abgelehnt, ebenso eine Anregung, wonach die Gespräche der bei den Völkerbundstagungen in Genf anwesenden Presse bei gleichen Gebühren vor Privatgesprächen bevorrechtigt sein sollten, weil eine solche Bevorzugung einer an sich unzulässigen Gebührenermäßigung gleichkäme. Für die Hergabe zwischenstaatlicher Leitungen (sogenannter Musikleitungen) zur Rundfunkübertragung wurde eine andere Gebührenfestsetzung beschlossen, wonach mit Rücksicht auf die hohen Herstellungs- und Unterhaltungskosten dieser Leitungen die Gebühren um ein Viertel erhöht werden und die für die verkehrsschwache Zeit zugestandenen Ermäßigungen wegfallen sollen. Nach weiteren Beschlüssen soll kunftig zur Vereinfachung der Bedingungen im Sprechverkehr zwischen nicht benachbarten Ländern die Zahl der Gebührenzonen möglichst niedrig gehalten werden; ferner soll den Teilnehmern bei der Anmeldung von Gesprächen mit Voranmeldung erlaubt sein, eine Person zu verlangen, die eine bestimmte Sprache oder eine von zwei benannten Sprachen spricht.

In den Berichtsabschnitt fiel auch die Jahrestagung des Weltrundfunkvereins, die diesmal in Montreux abgehalten wurde und von 16 europäischen Rundfunkorganisationen sowie 10 europäischen Telegraphenverwaltungen beschickt war; als Beobachter waren Vertreter amerikanischer Rundfunkgesellschaften, der Sowjetunion, des Welttelegraphenvereins und des Völkerbundes anwesend. Verhandlungsgegenstände waren: Ernennung der als Beobachter zur Madrider Weltfunkkonferenz zu entsendenden Vertreter, die sich vor allem für eine Erweiterung der Rundfunk-Wellenbänder einsetzen sollten; Ausstattung der Brüsseler Überwachungstelle mit besonderen Geräten, durch die bei den europäischen Sendern auftretende Neigungen zur Übersteuerung graphisch aufgezeichnet werden; Behandlung einzelner technischer Fragen, wie Wirkung der Form der Sendeantennen, mittelbarer Bereich von Rundfunksendestellen, mit dem Wechsel der Jahreszeiten zusammenhängende Auswirkungen; Schutz gegen gewerbliche Ausnutzung des Rundfunks; Rechtsverhältnisse der Rundfunk-Vermittlungsanlagen.

II. Technik.

Bei der Telegraphie macht in Deutschland die Einführung des Springschreibers[2] (Fernschreibmaschine) weitere Fortschritte. Dieser Apparat ist im Berichtsabschnitt wieder in einer ganzen Reihe wichtiger Telegraphenverbindungen an die Stelle des Siemens-Schnelltelegraphen getreten. Auch die Zahl der Fernschreib-Ausnahmequerverbindungen, d. s. private Fernschreibleitungen zwischen bestimmten, in verschiedenen Orten ansässigen Inhabern, hat weiter zugenommen. Im Gegensatz zu diesen nur Einzelinteressen dienenden Anlagen hat die beim Fernamt Berlin in Betrieb genommene Fernschreib-Vermittlungseinrichtung umfassendere Bedeutung; sie ist für den Presseverkehr zwischen Genf und Deutschland anläßlich der Abrüstungskonferenz bestimmt und soll wahlweise Fernschreibverbindungen zwischen Pressevertretern in Genf und ihren Redaktionen in Berlin oder anderen deutschen Städten ermöglichen. Eine solche Anlage kommt dem Gedanken eines allgemeinen Fernschreibverkehrs — ähnlich dem öffentlichen Sprechverkehr — schon wesentlich näher, ein Gedanke, der, wie bereits früher berichtet, in Amerika und England verwirklicht oder der Verwirklichung nahe ist. Bei der wichtigsten amerikanischen Gesellschaft, der Postal Telegraph Company, sind bereits mehr als 5000 Teilnehmer mit Springschreiber angeschlossen; übrigens hat diese Gesellschaft ihre früheren Apparate für den allgemeinen Telegrammverkehr schon zu 90 % gegen Springschreiber ausgewechselt. Die englische Postverwaltung will sogar bis Ende dieses Jahres sämtliche Morseapparate durch Springschreiber ersetzen. Den Fernschreib-Vermittlungsdienst will diese Verwaltung eng den allgemeinen Fernsprechanlagen angliedern, weil weder ein besonderes Leitungsnetz zum Fernschreiben noch besondere Fernschreib-Vermittlungseinrichtungen finanziell tragbar seien. Nach diesem Plane sollen die Teilnehmer auf Verlangen neben ihrem Fernsprecher eine Fernschreibmaschine nebst einer Zusatzeinrichtung für Tonfrequenzimpulse erhalten, die einen Oszillator für die Sendung, einen Detektorverstärker für den Empfang und die nötige Stromversorgungseinrichtung enthält. Nachdem die Verbindung zwischen zwei so ausgerüsteten Teilnehmerstellen in der beim Sprechverkehr üblichen Weise hergestellt ist, können die Teilnehmer vom „Sprechen" zum „Schreiben" umschalten und später wieder zurückschalten. Die beim Schreiben erzeugten Gleichstrom-Telegraphierimpulse werden für die Übertragung durch die Fernsprechleitungen in Tonfrequenzimpulse umgesetzt. Die Fernschreibmaschine kann auch während der Abwesenheit des Teilnehmers selbsttätig Nachrichten aufnehmen und auf Verlangen die Anschlußnummer ihrer Teilnehmerstelle zur Kontrolle selbsttätig zur anrufenden Stelle übermitteln. — In Frankreich ist die Zugtelegraphie auf der Strecke Paris—Le Havre allgemein aufgenommen worden. Im Gegensatz zur deutschen Zugtelephonie zwischen Berlin und Hamburg, die auch einen unmittelbaren Sprechverkehr der Reisenden erlaubt, werden nur Telegramme von und zu den Reisenden befördert. Die Zugsendestationen arbeiten mit Kurzwellen bei einer Sendeenergie von 2 kW und stehen mit einer festen Funkstation der Telegraphenverwaltung in Verbindung, während bei dem deutschen Verfahren Raumwellentelephonie nur zwischen dem Zug und

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1, 497 u. 532.

[2] Vgl. ETZ 1930, S. 1323.

Digitized by Google

den Bahntelegraphendrähten, im übrigen aber leitungsgerichtete Hochfrequenztelephonie besteht und demzufolge mit sehr geringer Energie (etwa 20 W) auszukommen ist. Die französische Zugtelegraphie leidet vorläufig, ebenso wie die Zugtelephonie in Deutschland, an zu geringer Inanspruchnahme durch das Publikum, was teils auf die hohen Gebühren — es sind nur dringende Telegramme zur dreifachen Gebühr zugelassen —, teils auf die noch unzulängliche Werbung für den neuen Dienst zurückgeführt wird, was aber auf der anderen Seite auch vielleicht das Urteil weiter deutscher Kreise bestätigt, daß für den nun einmal nicht ohne Zusatzgebühren zu liefernden Zugnachrichtenverkehr kein so dringendes Bedürfnis besteht. — Mit der im April vollzogenen Eröffnung des unmittelbaren Bildfunkdienstes zwischen Berlin und New York ist das Bildverkehrsnetz, das jetzt über 60 Beziehungen, davon annähernd 40 in und mit Deutschland, umfaßt, um eine wichtige Verbindung bereichert worden. Die unmittelbare Funkverbindung hat zur Beschleunigung des bisher über London gegangenen Verkehrs zwischen Deutschland und Nordamerika beigetragen, der innerhalb Deutschlands möglichst bildtelegraphisch, innerhalb der Vereinigten Staaten auf dem schnellsten Postwege, u. U. mit Luftpost, weiter abgewickelt wird. Auf der neuen Bildverbindung werden erstmalig verschiedenartige Bildgeräte verwendet: die amerikanischen Apparate haben eine größere Trommel, aber eine etwas geringere Rasterfeinheit als die deutschen; die Verhältnisse sind aber so, daß sich ein gleicher Arbeitsmodul ergibt und damit ein Zusammenarbeiten möglich ist; die von Berlin übermittelten Bilder kommen in New York mit etwa 28 % Flächenvergrößerung an. Eine Verkehrserleichterung ist dadurch gewährt, daß die Sendungen als sog. Collect-Bildtelegramme aufgeliefert werden können, d. h. daß die ziemlich hohen Gebühren — die Mindestgebühr für eine Bildübertragung beträgt nahezu 250 RM — nicht vom Aufgeber, z. B. einem Zeitungskorrespondenten, entrichtet zu werden brauchen, sondern vom Empfänger, z. B. dem Zeitungsunternehmen, eingezogen werden können. — Die nach einem neuen System gebaute Fern-Rohrpostanlage zwischen dem nördlichen und südlichen Teil Berlins ist in Betrieb genommen und arbeitet zur Zufriedenheit. Das System hat elektrische Weichensteuerung mit Hilfe von Wählern des automatischen Fernsprechbetriebs und gestattet die Verwendung gewöhnlicher Büchsen ohne besondere Steuereinrichtung.

Beim Fernsprechwesen ist zunächst über Arbeiten zur Vervollkommnung der Seekabel zu berichten. Durch umfangreiche Versuche an dem zuletzt gelegten deutsch-schwedischen Seekabel stellte die deutsche Verwaltung fest, wie groß im Höchstfall die auf eine Seekabelstrecke entfallende Dämpfung sein darf, ohne daß die Übertragung in der gesamten Gesprächsverbindung beeinträchtigt wird. Die dabei festgestellten Werte (13 Neper für die Vierdrahtschaltung und 7 Neper für den Zweibandbetrieb) geben einen nützlichen Anhalt für einen wirtschaftlichen Aufbau von Seekabeln. Zu einer Hochleistung auf diesem Gebiet schickt sich die italienische Telegraphenverwaltung an, die auf der 240 km langen Strecke Rom—Sardinien mit der Legung des bis jetzt längsten Fernsprechseekabels beginnt; das Kabel wird streckenweise durch Tiefen bis 1500 m gehen. Eine völlig neuartige Konstruktion wird ein von der englischen und belgischen Telegraphenverwaltung geplantes Seekabel haben, das auf der 95 km langen Strecke Dover—La Panne gelegt werden und den Verkehr zwischen England und dem Kontinent verbessern soll. Das Kabel erhält keine Pupinspulen, sondern seine Adern bestehen abwechselnd aus (je 232 m langen) Stücken gewöhnlichen Kupferdrahts 1,3 mm stark und mit feinem Siliziumeisendraht umsponnenen (krarupisierten) Kupferdrahts von 0,9 mm Stärke. Die in kurzen Abständen einander folgenden Krarupabschnitte sollen eine in hohem Grade gleichmäßige Verteilung der künstlichen Induktivität gewährleisten, so daß das Kabel den Charakter eines sehr schwach belasteten Pupinkabels und damit die Vorbedingungen für ein breites Frequenzband und kurze Laufzeit erhält. Erfolgreiche Versuche, die die amerikanische Bell Telephone Company mit einer neuartigen Konstruktion anstellte, bezweckten die Erreichung einer hohen Betriebssicherheit für Seekabelverbindungen. Das Innere des Versuchskabels wird nur zur Hälfte von den papierisolierten Adern eingenommen, während die andere Hälfte mit Stickstoffgas gefüllt ist, das ständig unter Druck steht. Bei einem Kabelbruch zeigen das Nachlassen des Gasdrucks das Auftreten eines Fehlers und die aufsteigenden Bläschen den Fehlerort an, während gleichzeitig die von Land aus unter stärkeren Druck gesetzte Gasfüllung das Eindringen von Wasser verhindert. In Fernkabeln älterer Art konnten früher trotz der bekannten Maßnahmen des Kapazitäts- und Widerstandsausgleichs keine befriedigenden Nebensprechwerte erzielt werden, weil sich noch die induktiven Unsymmetrien der älteren Pupinspulen geltend machten. Dieser Fehlerursache begegnete man kürzlich bei der Überholung des Fernkabels Hamburg—Bremen erfolgreich durch Einbau von Ausgleichsspulen, d. s. kleine zylinderförmige Selbstinduktivitätsspulen mit offenem Drahtkern, die ähnlich wie die Ausgleichskondensatoren in Hülsen eingebaut sind und zur Vermeidung von Streuung zweckmäßig noch mit einem geschlitzten Blechmantel umgeben werden. — Die jahrelangen Arbeiten der deutschen Telegraphenverwaltung zur Verkleinerung der Pupinspulen für Fernkabel sind jetzt so weit zum Abschluß gebracht, daß die für 1932 in Auftrag gegebenen Spulensätze nur noch 27,3 % des Volumens der noch vor 4 Jahren gebräuchlichen Sätze haben. Diese sowohl in wirtschaftlicher wie in bautechnischer Hinsicht bedeutsame Verbesserung ist nicht etwa auf Kosten der Güte der elektrischen Werte gegangen, sondern die neuen Spulen genügen in unveränderter Güte auch den durch die Erkenntnisse und technischen Fortschritte der letzten Jahre noch gestiegenen Anforderungen. Die Verkleinerung des Spulenvolumens hat sich ganz besonders bei den im Orts- und Nahverkehr gebräuchlichen Spulen ausgewirkt, an die geringere elektrische Anforderungen als an Fernkabelspulen gestellt zu werden brauchen. Die für diese Zwecke entwickelten „Zwergspulen" haben sogar nur noch 11,4 % des Volumens der früher verwendeten Fernkabelspulen. Neuerdings sind Versuche mit einer Pupinspule im Gang, die statt des Massekerns einen Blechkern hat und sich durch besonders kleine Abmessungen auszeichnet. Die Prüfung des neuen Musters, das in den elektrischen Eigenschaften der Massekernspule nur wenig nachsteht, ist noch nicht in jeder Hinsicht abgeschlossen. — Daß auch die Hochfrequenztelephonie ein vollwertiges Betriebsmittel ist, hat sich in besonderem Maße bei der Eröffnung der beiden Fernsprechleitungen Berlin—Moskau gezeigt. Diese Verbindungen, die mit nahezu 2100 km Länge neben den Leitungen Berlin—Madrid und Berlin—Rom die längsten unmittelbaren Fernsprechverbindungen im europäischen Fernsprechnetz sind, laufen nur zwischen Berlin und Königsberg im Fernkabel, während sie auf dem Wege Königsberg—Riga—Moskau aus Hochfrequenzkanälen auf Freileitungstrecken gebildet sind. Es sind 3 Hochfrequenzkanäle geschaffen, von denen zwei dem Verkehr Berlin—Moskau und der dritte dem Verkehr von Riga nach Deutschland und Rußland dient. In die Freileitungsstrecke sind mehrere Hochfrequenz-Zwischenverstärker eingeschaltet. — Aus dem Berichtsabschnitt sind auch mehrere technische Hochleistungen zu verzeichnen: Über 29 000 km, also über fast drei Viertel des Erdumfangs, ging ein Gespräch von Vancouver (Kanada) nach Melbourne in Australien, das zwischen Vancouver und New York und zwischen Sydney und Melbourne auf dem Drahtwege, im übrigen auf dem Funkweg über London lief und bei ausgezeichneter Verständigung 8 min dauerte. Eine nicht viel geringere Entfernung wurde bei Sprechverbindungen überwunden, die der nahe der amerikanischen Küste befindliche Lloyddampfer „Europa" über Norddeich—Berlin—Nauen mit Bangkok in Siam und mit Rio de Janeiro mit gutem Erfolg anstellte. Auch für Konferenzgespräche scheinen große Entfernungen kein Hindernis mehr zu bilden. Es wird über wohlgelungene Ferntagungen berichtet, die zwischen London und Sydney auf dem Funkweg und zwischen Orten in den Staaten New York und Kalifornien über eine 5000 km lange Fernleitung stattgefunden haben.

Auf dem Gebiet der Funktechnik sind interessante Versuche zum Nachweis einer leitenden Schicht in der oberen Atmosphäre (Kennelly-Heaviside-Schicht) zum Abschluß gekommen, die vom Physikalischen Institut der Technischen Hochschule in München mit Hilfe von Echomessungen angestellt worden sind. Die von dem Versuchsender ausgestrahlten kurzzeitigen Impulse erzeugten bei der in wechselnder Entfernung als Empfänger aufgestellten Braunschen Röhre entweder nur einfache (direkte) Zeichen oder einfache Zeichen mit nachfolgenden Echozeichen, je nachdem die Wirkung der atmosphärischen Schicht fehlte oder vorhanden war. Aus dem zeitlichen Abstand beider Arten von Zeichen konnte auf die Höhe der Schicht mit der Genauigkeit von 1 km geschlossen werden. Die Zeit der Wirksamkeit der Schicht lag zwischen einer Stunde vor Sonnenuntergang und einer Stunde nach Sonnenaufgang, ihre Höhe zwischen 90 und 140 km. Schwankungen zwischen der Höhe und der Intensität sowie Wechsel in der Polarität traten unregelmäßig und oft in rascher Auf-

Digitized by Google

einanderfolge und sehr verschiedener Stärke auf. Von der Jahreszeit dagegen waren die Änderungen ziemlich unabhängig. Die oft sehr starken und raschen Änderungen der Atmosphäre werden auf sehr starke, auf thermischen Gründen beruhende Luftbewegungen, möglicherweise auch auf Einflüsse der Sonnenstrahlung zurückgeführt. — Die Versuche des Reichspostzentralamts zur Beeinflussung der Schwunderscheinung sind mit dem Erfolg einer nennenswerten Herabsetzung des Schwundes fortgesetzt worden. An Stelle der im letzten Bericht erwähnten Richtantennenanordnung aus 3 Einzelantennen erwies sich eine senkrecht in verschiedenen Höhen aufgehängte Doppelantenne als vorteilhafter, weil sie bei einem vertikalen Strahlungsdiagramm mit geringer Raumstrahlung noch den Vorteil einer nach allen Seiten gleichmäßigen Strahlung aufweist. — Der deutsche Kurzwellensender in Zeesen, der bei Tag und bei Nacht mit verschiedenen Wellenlängen arbeiten muß, wird jetzt dahin geändert, daß sich der Wellenwechsel wesentlich rascher vollzieht als bisher und daß zur Zeit der Dämmerung mit beiden Wellen gleichzeitig gearbeitet werden kann. Außerdem werden beide Wellen gleichmäßig für Rund- und Richtstrahlung (letztere für Nordamerika) eingerichtet (für die Rundstrahlung konnte bisher nur die Nachtwelle benutzt werden) und ein weiteres Wellenpaar für Richtstrahlung nach Nordamerika vorbereitet.

III. Verkehr und Organisation.

Bei der Telegraphie war auch in diesem Berichtsabschnitt infolge der anhaltenden Verschlechterung der Wirtschaftslage allenthalben ein Verkehrsrückgang zu verzeichnen. In Deutschland hat die Zahl der Telegramme gegenüber dem vorangegangenen Halbjahr wieder um 20 % abgenommen. — Um dem Verkehr einen neuen Anreiz zu bieten, hat Deutschland im Februar im inneren Verkehr und im Verkehr mit Danzig eine besonders billige Art von Telegrammen, das Kurztelegramm, eingeführt, das bei 8 Gebührenwörtern (einschl. Anschrift) nur 50 Rpf kostet. Kurztelegramme werden wie Brieftelegramme telegraphisch befördert und dem Empfänger auf dem nächsten Briefzustellgang oder durch Schließfach zugestellt oder mit Fernsprecher übermittelt. Zur weiteren Verkehrserleichterung wurde für den gleichen Verkehrsbereich zugelassen, daß für Telegramme jeder Art die Antwort für eine beliebige Telegrammart (normales Telegramm, Brief- oder Kurztelegramm) vorausbezahlt werden kann. Eine den deutschen Brieftelegrammen ähnliche Einrichtung hat England durch Zulassung von Nachttelegrammen getroffen, die abends dem Bestimmungsort zutelegraphiert und früh mit der ersten Post zugestellt werden. — Die Telegraphie im Flugverkehr ist weiter ausgebaut worden; auf den Flugstrecken Berlin—München und Berlin—Wien—Budapest ist der Privattelegrammverkehr von den Flugzeugen aus neu zugelassen worden.

Auch beim Fernsprechwesen hat der Verkehrsrückgang weiter angehalten. In Deutschland, wo er besonders stark war, betrug er gegen das vorhergehende Halbjahr 6 % beim Ortsverkehr und 13,5 % beim Fernverkehr. Auch die Zahl der Sprechstellen ist in Deutschland weiter (um 2,8 %) zurückgegangen. Dasselbe Schicksal teilen auch andere unter wirtschaftlichem Druck stehende Länder, hauptsächlich die V. S. Amerika, wo die Fernsprechanschlüsse allein im Jahr 1931 um 550 000 abgenommen haben. Andere Länder, an der Spitze England und Frankreich, hatten sich immer noch eines erheblichen Teilnehmerzugangs zu erfreuen. Alles in allem haben die Fernsprechanschlüsse der Welt 1931 um rund 400 000 abgenommen, während in den 10 Jahren nach dem Krieg ein jährlicher Zugang von 1½ Mill zu verzeichnen war. Bemerkenswert ist, daß in Österreich der Ortsfernsprechverkehr infolge Berechnung der Ortsgespräche nach der Zeit um 25 % zurückgegangen ist. — Die in Deutschland in Verbindung mit der Sparaktion der Regierung geplante Senkung des Fernsprechtarifs mußte zugunsten der Senkung des Briefportos zurückgestellt werden. In gegenteiliger Richtung bewegen sich Pläne der Regierung Nordamerikas, die die Ferngespräche besteuern will, wogegen sich aber die ohnehin unter schweren Steuerlasten leidenden Fernsprechgesellschaften gewandt haben. Dagegen traten in Deutschland Gebührenermäßigungen bei Nebenstellenanlagen und Zusatzeinrichtungen für Fernsprechanschlüsse ein. Ferner wurden unter Nutzbarmachung der im Selbstanschlußbetrieb liegenden technischen Möglichkeiten Erleichterungen für automatische Nebenstellenanlagen geschaffen, indem solche Anlagen als Unteranlagen (ohne Amtsleitungen) zu anderen mit dem Amt verbundenen gleichartigen Anlagen zugelassen werden. — Das deutsche Fernkabelnetz ist namhaft erweitert und in seinen Anschlüssen nach fremden Ländern (Belgien, Dänemark, Niederlande, Polen, Tschechoslowakei) verbessert worden. Mit der Inbetriebnahme der Kabelstrecke Hannöverisch Münden—Köln ist die wichtige Strecke Leipzig—Köln vollendet, die den Verkehr zwischen Mittel- und Westdeutschland verbessert und andere Kabelzüge entlastet. Damit hat das deutsche Fernkabelnetz eine Ausdehnung von mehr als 12 000 km mit 1.2 Mill km Doppeladernlänge; 5 % der Gesamtlänge sind ausschließlich dem Telegraphenbetrieb für Wechselstromtelegraphie vorbehalten. Die Zahl der möglichen Sprechkreise einschl. der Phantomkreise (Vierer) beträgt rd. 9000 mit einer Gesamtlänge von 1,5 Mill km, wovon zwei Drittel im Betrieb sind. — Neu eröffnet wurden die Sprechbeziehungen von Deutschland nach Bulgarien, Griechenland (Saloniki), den Bermuda- und den Hawai-Inseln. Durch Erweiterung der Sprechbeziehungen wurde der Verkehr ausgedehnt von Deutschland nach Jugoslawien, Rußland, Türkei, Argentinien, Brasilien, Chile, Südafrika, Uruguay und Venezuela. Im Fernsprechverkehr mit Italien, Polen, Rumänien und Türkei traten Verkehrs- und Betriebsverbesserungen ein. Von den für die Verbesserung des Auslandsverkehrs neu in Betrieb genommenen 13 Fernleitungen führen die wichtigsten von Berlin nach Belgrad, Bukarest, Lodz und Moskau. Die Neueröffnung von Verkehrsbeziehungen zwischen Deutschland und fremden Ländern wirkte auch belebend auf den Verkehr von Land zu Land im Durchgang durch Deutschland. Im Berichtsabschnitt sind im ganzen 47 derartige Sprechbeziehungen neu eröffnet, 6 direkte Fernleitungen von Land zu Land sind dafür über das deutsche Fernkabelnetz neu geschaltet worden. — Auch der deutsche See-Funksprechdienst ist verbessert und erweitert worden. Die deutschen und dänischen Fährschiffe der Strecke Warnemünde—Gjedser haben jetzt Sprechverkehr mit den Fernsprechteilnehmern in Deutschland und Dänemark. Durch Heranziehung auch der Küstenfunkstelle Norddeich-Radio konnten in den Sprechverkehr mit deutschen Ozeanfahrgastschiffen über deutsche Küstenfunkstellen auch Danzig, Belgien, die Niederlande, Österreich und die Schweiz einbezogen werden. Die Gebühren für den über London gehenden See-Funksprechdienst zwischen Deutschland und englischen und amerikanischen Ozeandampfern konnten wesentlich ermäßigt werden. — An wichtigeren Ereignissen aus dem Ausland ist zu melden: In London ist der Grundstein zu einem neuen Zentralfernsprechamt gelegt worden, das außer 2 Selbstanschlußämtern für den Ortsverkehr das Fernamt für den gesamten englischen und zwischenstaatlichen Verkehr Londons einschließlich des Funksprechverkehrs aufnehmen soll. England befaßt sich auch nach dem Vorgehen Amerikas und europäischer Länder (auch Deutschlands) mit der Einführung des beschleunigten Fernverkehrs, der jetzt zwischen wichtigen Städten wie London, Birmingham, Manchester und Bristol eröffnet worden ist. Mit der Werbung für neue Fernsprechanschlüsse durch Postbeamte hat die englische Postverwaltung günstige Erfahrungen gemacht. In Spanien ist die Frage der Verstaatlichung des Fernsprechdienstes, die besonders nach der Revolution viel erörtert wurde, der hohen Kosten wegen vorläufig zurückgestellt worden. In Kanada ist eine 6800 km lange Fernsprechlinie eröffnet worden, die erstmalig die Ost- und Westküste unmittelbar verbindet und das Land für seinen inneren Verkehr von den Vereinigten Staaten, deren Linien bisher teilweise mitbenutzt werden mußten, unabhängig macht. — In Japan werden jetzt Funksprechverbindungen nach Shanghai, der Mandschurei und den V. S. Amerika hergestellt. Die Inangriffnahme der Arbeiten hatte sich infolge der Vorbereitungen zur Fabrikation im eigenen Lande stark verzögert. — Auch Rußland hat erstmalig die Herstellung von Nachrichtengerät in eigener Fabrik aufgenommen. — Dagegen hat der Staat Uruguay die Automatisierung des Ortsnetzes Montevideo (mit 22 000 Fernsprechanschlüssen) an eine deutsche Firma vergeben. — China baut sein Funksprechnetz weiter aus und hat der Marconi-Gesellschaft eine neue Funkstelle in Auftrag gegeben, die auch für Kurzwellen-Rundfunk mitbenutzt werden kann.

Beim Rundfunk hat in Deutschland die Zahl der Teilnehmer die vierte Million überschritten und ist im Berichtsabschnitt um rd. 139 000 auf 4 120 000 gestiegen; die Zahl der Rundfunkgebühr zahlenden Teilnehmer hat aber nur um etwa 10 000 zugenommen. Rund 10 % der Gesamt-Teilnehmerzahl sind als Arbeitslose, Blinde oder Schwerkriegsbeschädigte z. Z. von der Gebührenzahlung befreit. Deutschland hat jetzt etwas über 100 Rundfunk-Vermittlungsanlagen, die an 50 Orten rund

Digitized by Google

19 000 Hörstellen (Teilnehmer) umfassen. Auch in anderen Ländern ist die Beteiligung am Rundfunk noch ständig im Wachsen, besonders stark in England, das noch innerhalb des letzten Jahres beinahe 1 Million neuer Teilnehmer gewonnen hat und bald die fünfte Million erreicht haben dürfte. Ganz allgemein hat der Rundfunk an Zahl der Teilnehmer den um 40 Jahre älteren Fernsprecher bereits überflügelt: in 27 Ländern mit zusammen 600 Mill Einwohnern gibt es nach einer neueren Zählung 28 Mill Rundfunk- und 24 Mill Fernsprechteilnehmer. — Die technische Entwicklung in der ganzen Welt steht nach wie vor unter dem Zeichen der Großsender. In Deutschland gehen die Anlagen in Leipzig, Breslau und Frankfurt (Main) der Vollendung entgegen. In Berlin ist mit dem Bau des Großsenders auf dem Gelände des Tegeler Schießplatzes begonnen worden. Seit Verbesserung der Ausstrahlung des Langenberger Großsenders sind die Gleichwellen-Rundfunksender in Köln, Aachen und Münster entbehrlich geworden. Dänemark baut in Kalundborg eine neue Funksendestation für 90 kW, Irland eine solche in Dublin für 120 kW; ebenso soll bei Paris eine neue 60 kW-Station errichtet werden. Die Völkerbunds-Funkstation „Radio-Nations" in der Nähe von Genf mit zwei 20 kW-Kurzwellensendern, die „dem Völkerbund eine unabhängige und direkte Verbindung mit einer möglichst großen Zahl seiner Mitglieder sichern soll", ist dem Betrieb übergeben worden. Das Kurzwellen-Rundfunknetz des Vatikans ist durch Empfangs- und Sendeanlagen bei den päpstlichen Nuntien und Legaten erweitert worden und wird voraussichtlich noch weiter ausgebaut werden. In London ist ein neues Rundfunkgebäude, ähnlich dem der Reichsrundfunkgesellschaft in Berlin, bezogen worden, in Paris der Bau eines solchen Hauses geplant. — Auch die Rundfunkdienste sind verbessert worden: Die Zeitansage ist für alle deutschen Rundfunksender einheitlich geregelt, das bisher allgemein verbreitete Nauener Zeitzeichen wird nur noch über den Deutschlandsender und den deutschen Kurzwellensender gegeben. Das internationale Rundfunkleitungsnetz ist durch die neue Kurzwellenverbindung Deutschland—Nordamerika um ein wichtiges Glied bereichert worden. Die Verbindung dient nicht nur den gegenseitigen Darbietungen dieser beiden Länder, sondern ebenso auch dem Rundfunkverkehr zwischen Amerika und anderen europäischen Staaten. Das britische Weltreich wird in kurzem auch durch eine umfassende Rundfunkanlage (Empire-Rundfunk) zusammengeschlossen sein. Die Anlage wird es sowohl ermöglichen, wichtige Nachrichten allgemeiner Bedeutung gleichzeitig über das ganze Weltreich zu verbreiten, als auch erlauben, gewisse Gebiete für sich mit Nachrichten zu versehen; für den letztgenannten Zweck ist eine Einteilung in 5 Sendezonen getroffen, die jeweils Gebiete mit annähernd gleichen Ortszeiten umfassen. Ferner möchte die englische Postverwaltung dem Rundfunk dadurch weitere Verbreitung sichern, daß die Darbietungen verschiedener Sender über eine Art Rundfunk-Vermittlungsanlage auf die Fernsprechanschlüsse geleitet werden, wo sie von den Fernsprechteilnehmern an einem bei der Sprechstelle einzuschaltenden Lautsprecher abgehört werden sollen.

Kölsch, Berlin.

Tätigkeit der Kommandostelle der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG)*.

Von **W. Fleischer**, Berlin.

(Schluß von S. 51.)

Reichsbahnnetz. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft betreibt zur Versorgung der Berliner Stadt- und Ringbahn ein ausgedehntes 30 kV-Netz, das in der westlichen Hälfte über das Bahnabspannwerk West mit Fernstrom versorgt wird, während die östliche Hälfte bei Speisung durch die BEWAG parallel mit unserem 30 kV-Netz betrieben wird.

Hier ergibt sich wieder die enge Verkupplung beider Betriebe in bezug auf die Frage des Relaisschutzes, der Spannungshaltung usw., wie bei der Verkupplung mit dem 100 kV-Netz.

Das zusammengeschlossene BEWAG/EWAG-Netz umfaßte schon häufig eine Maschinenleistung von 1 Mill kW und war versuchsweise sogar bis etwa 1,3 Mill kW verkuppelt. Die Anforderungen, die ein solcher Betrieb an die Frequenz- und Fahrplanhaltung stellt, sind sehr groß, so daß nur ein stufenweise aufgebauter Zusammenschluß möglich ist. Konsumenten mit unruhiger Belastung wie z. B. Bahnbetrieb, Walzwerke usw. rufen unangenehme Beeinflussungen des Parallelbetriebes hervor, die nur schwer zu beseitigen sind.

Um überhaupt zu einem ruhigen und stabilen Betrieb beim Zusammenschalten großer Netze mit den augenblicklich bekannten Mitteln zu kommen, muß man mit einer Generaluntersuchung der Steuerungen zunächst der mit Frequenz- oder Fahrplanreglern ausgerüsteten und dann aller übrigen Turbinen beginnen. Der Ungleichförmigkeitsgrad einer Steuerung soll entweder durch Auswechseln der Reglerfedern oder in Sonderfällen durch Veränderung des Übersetzungsverhältnisses des Steuerungsgestänges leicht einstellbar sein. Aber der einmal eingestellte Wert muß nahezu über den ganzen Lastbereich der Maschine praktisch konstant bleiben.

Eine geringe Erhöhung zu Anfang ist wünschenswert, um ein leichteres Parallelschalten zu ermöglichen, ein Anstieg oberhalb des Vollastbereiches bietet einen gewissen Schutz gegen Überlastung der Maschinen. Diese Idealkurve wird heute noch kaum von einer Maschine erreicht. Sprungweise Abweichungen des Ungleichförmigkeitsgrades um mehr als 100 % vom Nennwert an den Stellen der Belastungscharakteristik, an denen die Eröffnung neuer Ventile beginnt, sind schon bei neuen Maschinen die Regel. Die Verhältnisse verschlimmern sich durch die Abnutzung der beweglichen Steuerungsteile während des Betriebes erheblich.

Der Versuch, auf die Drehzahlverstellmotoren derartiger Maschinen einen Frequenz- oder Fahrplanregler arbeiten zu lassen, führt fast immer zu mehr oder weniger großem Mißerfolg, der dann aber meistens nicht der Maschinensteuerung sondern entweder dem Reglersystem oder den Belastungsverhältnissen in die Schuhe geschoben wird. Eine erhebliche Bedeutung für das gute Arbeiten einer Turbinensteuerung besitzen ferner der Unempfindlichkeitsgrad und der Verzögerungsgrad. Beide gewinnen um so mehr an Bedeutung, je niedriger der Ungleichförmigkeitsgrad der betreffenden Maschine eingestellt wird. Maschinen, die Frequenz fahren sollen, deren theoretischer Ungleichförmigkeitsgrad also Null sein muß, stellen in dieser Beziehung die höchsten Anforderungen.

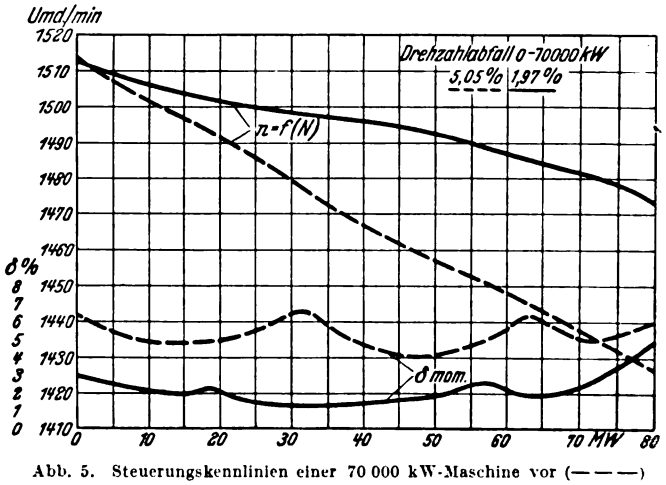


Abb. 5. Steuerungskennlinien einer 70 000 kW-Maschine vor (— — —) und nach (———) der Umstellung auf Frequenzfahren.

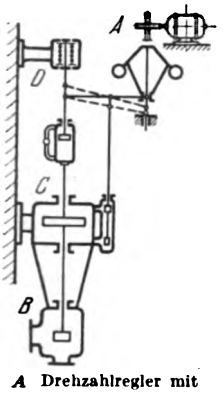
Von jeder Maschine muß man ferner verlangen, daß man sie unter Vollast durch Öffnen des Leistungschalters abschalten kann, ohne daß dabei ihre Drehzahl in die Nähe der Schnellschlußauslösung steigt. Auch hier dürfte man bei der Untersuchung der meisten Maschinen noch auf große Überraschungen stoßen. Anderseits aber darf das

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken) am 25. II. 1932. (Eine Besprechung hat nicht stattgefunden.)

Digitized by Google

erforderliche Schnellschließen der Ventile nicht zu Pendelungen oder zu so scharfen Schlägen in der Steuerung führen, daß dadurch Beschädigungen zu befürchten sind.

Will man ein Frequenz- oder Fahrplanreglersystem verwenden, das auf dem Umweg über den Drehzahlverstellmotor die Turbinen beeinflussen soll, so muß dafür gesorgt werden, daß Drehzahlverstellmotoren erheblich kräftigerer Bauart als bisher und vor allem ausschließlich Nebenschlußmotoren verwendet werden. Dabei ist sehr



A Drehzahlregler mit Verstellmotor
B Dampfsteuerung
C Servomotor
D Rückführfeder und Ölbremse

Abb. 6. Schematische Darstellung des Isodromreglers.

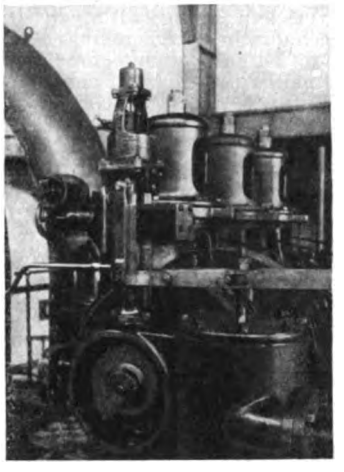


Abb. 7. Isodromregler an einer 70 000 kW-Maschine.

erwünscht, daß gleich lange auf den Motor gegebene Steuerimpulse bei jeder Belastung der Maschine gleiche Belastungsänderungen hervorrufen.

Die BEWAG ist zu diesen Untersuchungen und Feststellungen frühzeitig gekommen, weil in ihren und den parallel fahrenden EWAG-Werken der Anteil der unruhigen Belastung an der Gesamtlast durch den ausgedehnten Berliner Stadt- und Ringbahnbetrieb ungewöhnlich hoch ist. Dieser Bahnbetrieb verursacht in seiner Gesamtheit häufig Stoßspitzen von 30 000 ... 35 000 kW, also in einer Größenordnung wie die Gesamtbelastung mancher größeren Städte.

Die Entwicklung ging so vor sich, daß zunächst mit einem selbsttätigen auf den Drehzahl-Verstellmotor einer Klingenberg-Maschine arbeitenden Frequenzregler die Mittellinie der Frequenz konstant gehalten wurde, während die auf etwa 5 % Ungleichförmigkeit stehenden Turbinenregler beider Maschinen, unterstützt durch das Gesamtnetz, die Breite des Frequenzbandes mit etwa $\pm 1/10$ Hz bestimmten.

Die eine der Aufgaben des frequenzfahrenden Werkes, die Drehzahl und damit die Frequenz so zu regeln, daß die im Netz angeschlossenen zahlreichen Synchronuhren eine gute Ganggenauigkeit aufweisen, war damit gelöst. Es gelang seit dieser Zeit, außer in den seltensten Störungsfällen, die Uhren auf einer größten Abweichung von ± 2 s zu halten. Dabei war aber die Breite des Frequenzbandes für die Durchführung eines geordneten Parallelbetriebes noch zu groß.

Um den Ungleichförmigkeitsgrad in Klingenberg auf den gewünschten Wert von rd. 2 % herabsetzen zu können, mußten die Steuerungen dieser Maschinen einem durchgreifenden Umbau unterzogen werden. Diese Änderung brachte den gewünschten Erfolg. Die Maschinen laufen heute einwandfrei mit einer Ungleichförmigkeit, die noch etwas unter 2 % liegt, und zeigen keine Pendelerscheinungen (Abb. 5).

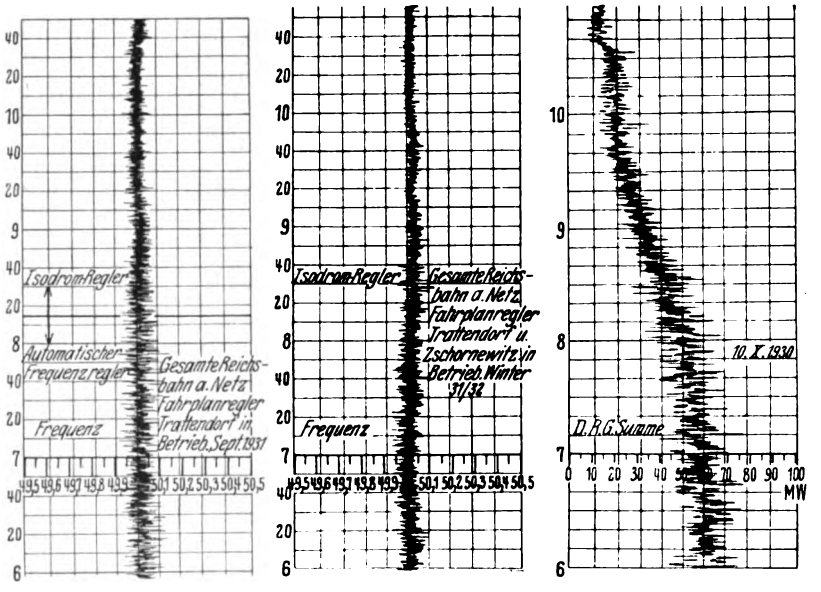
Zur weiteren Verbesserung der Frequenzhaltung wurde der elektrische Frequenzregler dadurch ersetzt, daß die eine der beiden Maschinen — zuerst versuchsweise und dann dauernd — zusätzlich mit einem Isodromregler (Abb. 6 u. 7) ausgerüstet wurde und somit einen Ungleichförmigkeitsgrad gleich Null erhielt.

Mit dieser Einrichtung gelingt es, trotz stärkster Bahnbelastung das Frequenzband im allgemeinen auf eine Breite von $\pm 0{,}05$ Hz zu beschränken, womit ein weiterer erheblicher Fortschritt erzielt ist. Verschiedene mit der isodromgesteuerten Maschine vorgenommene Versuche haben uns Aufklärung über das Verhalten dieses Reglers im Normalbetrieb und in Störungsfällen gebracht, so daß wir an die jetzt seit 3 Monaten im Gange befindliche betriebsmäßige Erprobung gehen konnten (Abb. 8).

Wie schon erwähnt, muß man unsere Betriebsführung so auffassen, daß im weiteren Sinne die Gesamtheit der BEWAG-Werke Frequenz fährt. Das ist so zu verstehen, daß durch die besonderen Einrichtungen unserer Kommandostelle das an sich die Frequenz haltende Kraftwerk Klingenberg und damit letzten Endes die Maschine mit dem Isodrom-Regler in einem von uns gewünschten oder durch die Leistungsfähigkeit vorgeschriebenen Lastbereich gehalten wird. Es ist bekannt, daß wir die durch Summation der Kraftwerks-Einzelleistungen mit Hilfe einer Fernmeßanlage erhaltene BEWAG-Summe den einzelnen Kraftwerken wieder zurückmelden, die dann mit Hilfe einer Zahlentafel den Anteil von der jeweiligen BEWAG-Last ermitteln, auf den sie ihre Maschinen einzuregeln haben.

Vergegenwärtigt man sich die ungeheuer schroffen Lastanstiege, die im Winter zur Abendspitze auftreten, und die an klaren Dezemberabenden 200 000 kW Anstieg in 20 min betragen können, so ist einzusehen, daß solche Verhältnisse nicht mehr durch Fahrpläne oder telephonische Anrufe gemeistert werden können.

Es ist ein kleines, in langer Übung erlerntes Kunststück, an solchen Abenden die vielen parallel arbeitenden Kraftwerke, den Fernstrom, die Dampfspeicheranlage und die elektrischen Batterien so einzusetzen, daß trotz der nicht vorauszusehenden Form der Spitze jeder einzelne ohne Überbeanspruchung den vorgesehenen Belastungswert erreicht, ohne daß dabei die Frequenz mehr als 0,05 Hz von ihrem Nennwert abweicht. Auch unvorhergesehene Ausfälle und Störungen dürfen sich dabei natürlich nicht nach außen bemerkbar machen. Abgesehen von den Morgen- und Abendspitzen der Wintermonate ist der Belastungsverlauf im allgemeinen so regelmäßig bzw. so langsamen Veränderungen unterworfen, daß alle Werke mit Ausnahme des Frequenz fahrenden Kraftwerks Klingenberg nach einem festen Fahrplan fahren können.



Links u. Mitte: Fortschreitende Verbesserung der Frequenzhaltung durch den Isodromregler
Rechts: Belastungsverlauf der gesamten Berliner S-Bahn

Abb. 8.

Allerdings ist man vor Überraschungen durch Störungen oder Witterungseinflüsse niemals sicher. Dafür muß zunächst einmal in gewissem Umfange die Momentanreserve vorhanden sein, die aus laufenden parallel geschalteten Maschinen mit den zugehörigen Kesseln bzw. ebenso Speichermaschinen mit vollen Speichern oder aus geladenen elektrischen Batterien bestehen kann. Man darf aus Wirtschaftlichkeitsgründen die bereitstehende Momentanreserve natürlich nicht ins Ungemessene steigern, sondern muß sich in den durch die lange Erfahrung gegebenen Grenzen halten.

Digitized by Google

Gewitter im Sommer und Schneefälle im Winter sind häufig mit ebenso überraschend auftretenden wie starken Verdunkelungen verbunden, die entsprechende plötzliche Stoßbelastungen zur Folge haben. — Um hiergegen rechtzeitig Vorsorge treffen zu können, ist bei uns ein besonderer Wetterdienst ausgebildet. Neben der Aufnahme der allgemeinen durch Rundfunksender verbreiteten Wetternachrichten ist mit der Flugwetterwarte Berlin ein entsprechendes Abkommen getroffen, das sich sehr gut bewährt hat. Darüber hinaus sind sämtliche BEWAG-Werke verpflichtet, jede auffällige Wetterveränderung sofort der Kommandostelle mitzuteilen. Auf diese Weise gelingt es, von allen Wetterumschlägen so rechtzeitig Kenntnis zu erhalten, daß die erforderlichen, oft recht umfangreichen Maßnahmen ruhig und sorgfältig getroffen werden können.

Aus dem Gesagten sollte man eine Lehre ziehen: das Zusammenkuppeln großer Netzgebilde kann nicht dadurch geschehen, daß man Verbindungsleitungen baut und diese dann einfach einschaltet, das muß unbedingt zu schweren Fehlschlägen führen. Es ist sicher, daß mit unseren vorhandenen Regeleinrichtungen z. B. eine Verkupplung von ganz Deutschland nicht mehr beherrscht werden kann. Ob andersartige Turbinenregler oder überhaupt ganz neue Regelsysteme die Lösung bringen werden, oder ob hochgespannter Gleichstrom das Instrument einer solchen Verkupplung sein wird, ist noch nicht abzusehen.

Blindlast und Spannung. Jedem Abnehmer der BEWAG zu jeder Tages- und Nachtzeit, Sommer und Winter, die richtige Spannung zu liefern, ist eine außerordentlich schwierige Aufgabe, zu deren Lösung man ganz besondere Mittel braucht. Unverkennbar ist in den letzten Jahren eine erhebliche Erhöhung der Ansprüche an die Spannung durch die Einführung hochkerziger Glühlampen und der Radio-Netzanschlußgeräte mit ihren empfindlichen Gleichrichterröhren aufgetreten.

Für die Bearbeitung und die Überwachung dieses so schwierigen Gebietes haben wir eine Spannungskommission. Diese veranlaßt laufend Spannungsmessungen im gesamten Netz, abwechselnd bei den einzelnen Konsumenten und wertet die Ergebnisse aus. Außerdem werden ihr alle einlaufenden Beschwerden zugeleitet. Ergeben sich rein örtliche Schwierigkeiten, so ist Abhilfe meistens durch Umzapfung der Netz-Transformatoren bzw. Umschalten von Verteilungskabeln möglich. Entstehen Schwierigkeiten gleicher Art in größeren Gebieten, so müssen die Spannungsverhältnisse in den Kraft- bzw. Abspannwerken beeinflußt werden. Für die Kraftwerke bestehen Spannungsfahrpläne ähnlich den Lastfahrplänen, die entsprechend den Belastungsverhältnissen ausgebildet sind. Auch hier ist es, um unzulässige Blindlastverschiebungen zu vermeiden, erforderlich geworden, in den Spitzenzeiten die Spannung nach Zahlentafeln abhängig von der durch die schon erwähnte Fernmeßanlage angezeigten BEWAG-Gesamtbelastung zu regeln.

Natürlich kann ein einheitliches Spannungsniveau im 30 kV-Netz nicht den Sonderansprüchen der einzelnen Netzgebiete, die teilweise ausschließlich Industrie und teilweise ausschließlich Lichtbelastung haben, genügen. Infolgedessen wurde in steigendem Umfange der Einbau von Regelgliedern und Phasenschiebern in den einzelnen Abspannwerken erforderlich, um damit die angeschlossenen Netzgebiete auf einem ihren besonderen Verhältnissen angepaßten Spannungsfahrplan halten zu können.

Störungen. Bei der BEWAG ist der Frage der Störungsmeldung und Störungsbeseitigung von jeher größte Aufmerksamkeit gewidmet worden und die bestehende straffe Organisation hat stets die besten Erfolge gezeitigt. Von den beiden großen Betriebsabteilungen gehen die Meldungen der Kraft- und Abspannwerke an die Kommandostelle und die der Netzbetriebe an die Störungsmeldestelle. Bei der Störungsmeldestelle sind außerdem sämtliche Meldungen, auch die von Konsumenten, zur Registrierung und Weitergabe an Verwaltungsabteilungen zentralisiert. In Sonderfällen steht zur Aufklärung besonders verwickelter Störungen unser elektrotechnisches Laboratorium zur Verfügung. Viele von den technischen Einrichtungen der Kommandostelle und viele Betriebsanweisungen verdanken ihre Entstehung den bei irgendwelchen Störungen aufgetretenen Mängeln. Vieles von dem, was ich Ihnen heute vorgetragen habe, ist also als Folge von irgendwelchen Störungen eingeführt worden. Darüber hinaus aber hat sich im Laufe der Zeit ein erheblicher Erfahrungschatz sowohl über Störungsverhütung als auch über Verhalten bei Störungen und Beseitigung von Störungen angesammelt.

So hat sich z. B. die Beschränkung der Schaltzeit auf 1 bis 5h nachts stets hervorragend bewährt. Schwankungen, die etwa während dieser Zeit auftreten, haben selbstverständlich nur einen Bruchteil der Auswirkung nach außen, als wenn sie zu Zeiten der Hauptbelastung auftreten würden, ganz abgesehen davon, daß natürlich der Kurzschlußstrom der Anlagen nachts durch die geringere in Betrieb befindliche Maschinenleistung bedeutend geringer ist als bei Tage. Daß die Zeiten, in denen in den Werken der Schichtwechsel der Belegschaft stattfindet, besonders kritisch sind, wird jeder Betriebsmann bestätigen. Wir verlegen daher, wenn irgend möglich, keine besonderen Schaltvorgänge auf diese Zeitpunkte.

Gegen Fehlschaltungen des Personals helfen weder mechanische Verriegelungen noch beste Kenntnis der Anlage. Nur die ununterbrochene Weckung des Verantwortungsbewußtseins und damit die Verdrängung der Gleichgültigkeit, die durch Gewöhnung an die Gefahr in jedem Menschen entsteht, kann Abhilfe bringen. Selbst bei dem alten und erfahrenen Stamm des Betriebspersonals, wie er in unserer Gesellschaft vorhanden ist, hat sich die Zahl der Fehlschaltungen im Jahr 1931 außerordentlich erhöht, eine Tatsache, die man nur dem reinen Zufall zuschreiben kann[1].

Ein besonders schwieriges Kapitel ist die schnelle Abgabe von Meldungen in Störungsfällen. Auf der einen Seite sind die unmittelbar an der Fehlerstelle Anwesenden stets geneigt, zuerst eine Behebung der Folgen des Fehlers, wie z. B. Feuerlöschen usw., vorzunehmen, während anderseits die Kommandostelle zur Aufrechterhaltung des Gesamtbetriebes und zur Beorderung von Hilfskräften eine möglichst umgehende Meldung wenigstens über den Störungsort, möglichst aber auch über den Störungsumfang braucht. Auch die besten direkten und mehrfachen Telephonverbindungen sowie Fernschreiber nützen nichts, wenn niemand zu ihrer Bedienung herankommt. Wir haben uns deshalb durch die Schaffung unserer Fernmeß- und Signalanlagen soweit unabhängig gemacht, daß wir jedenfalls bei größeren Störungen über Ort und Art des Fehlers selbsttätig unterrichtet werden.

Ich bin am Ende meiner Ausführungen und bitte Sie zu bedenken, daß ich Ihnen sozusagen nur einen augenblicklichen Zustand schildern konnte. Auf fast allen von mir erwähnten Gebieten befinden sich die Dinge so im Fluß, daß man bereits in Kürze wieder mit neuen Erkenntnissen und Erfahrungen rechnen kann und muß.

[1] Dagegen sind 1932 überhaupt keine Fehlschaltungen vorgekommen.

Elektrische Bahnen in Japan[1].

Anfang 1932 waren von 14 832 km Strecke der Japanischen Staatsbahn nur etwa 2,4 % elektrisiert. Die mit Gleichstrom 1500 V betriebenen Strecken teilen sich in folgende Abschnitte:

Tokio—Yokohama—Sakuragicho (Keihin-Linie)	31 km
Tokio—Tachikawa (Centralbahn)	38 „
Shinagawa—Ikebukuro—Tabata (Yamate-Linie)	21 „
Ikebukuro—Akabane	6 „
Tokio—Akabane (Tohuko-Linie)	14 „
Gesamtes Tokioter Netz	110 km

Diese Strecken sind sämtlich doppelgleisig. 543 Triebwagen und 1032 Beiwagen, zu Zügen von 2 ··· 7 Drehgestellwagen zusammengestellt, dienen einem 2 ··· 16-Minutenverkehr.

Die 78 km lange Tokaido-Linie Tokio—Kozu im Bereich der 482 km langen Hauptbahnstrecke Numazu—Osaka—Akashi wurde ebenfalls für elektrischen Betrieb umgestellt. An diese Linie schließt sich im SW Tokios die Zweigstrecke Ofuna—Kamakura—Yokosuka mit 16 km Länge an, während von Kozu aus eine 27 km lange Linie nach Akami führt. Diese, ebenfalls doppelgleisigen Strekken sollen demnächst viergleisig ausgebaut werden. Auf all diesen Strecken laufen z. Z. 71 elektrische Lokomotiven mit 137 000 kW Gesamtverbrauch, wovon der Hauptanteil vom staatlichen Kraftwerk Akabane über 18 Unterwerke geliefert wird. Den Restanteil liefern private Kraftwerke. Mehrere andere, von Tokio ausgehende Vorortbahnen mit etwa 134 km Gesamtlänge, werden in naher Zukunft ebenfalls elektrischen Betrieb besitzen. Eine 85 km lange Gebirgsstrecke Hachiji—Kofu, mit größeren Steigungen und vielen Tunneln, wird z. Z. umgebaut, da man gleichzeitig durch diese Elektrisierung einen billigen Strombezug für die Orte des durchfahrenen Gebiets erhofft. Erwähnt sei noch der Bau eines 60 000 kW-Dampfkraftwerks bei Tsurumi an der Strecke Tokio—Yokohama, und der eines 84 000 kW-Wasserkraftwerkes am Shinano-Fluß, der die Zentralregion Mitteljapans durchfließt. *Mal.*

[1] Japan-Yearbook 1931 und Far East. Rev. 1932, S. 392.

Digitized by Google

Beitrag zur Berechnung der Schutzwirkung von Erdseilen.

(Mitteilung aus dem Hochspannungsinstitut der T. H. Karlsruhe.)

Von Walter Schilling, Berlin.

Übersicht. Es wird die Schutzwirkung des Erdseils bei direktem Einschlag behandelt, u. zw. als Wanderwellenvorgang aufgefaßt. Berücksichtigt man dabei die Reflexionen an den einzelnen Masten, so läßt sich der Spannungsverlauf nur in den ersten Mikrosekunden erfassen. Daher wird im folgenden unter Auffassung der Erdleitung als Kettenleiter oder Leitung mit verteilten Konstanten der Spannungsverlauf in größeren, für die Beanspruchung der Isolation wichtigen Zeiten behandelt. Dabei kann der entstehende Spannungsverlauf für vorgegebenen Verlauf des Blitzstromes bei verschiedenen Mast-Erdungswiderständen nach Näherungsgleichungen einfach berechnet werden.

Eine erste rechnerische Behandlung der Schutzwirkung von Erdseilen gab Petersen[1] unter der einschränkenden Voraussetzung vollständiger Erdung der Masten und induzierter Spannungen. Einen wesentlichen Fortschritt hierüber hinaus bedeutet vor allem eine Arbeit von L. V. Bewley[2]; hier wird der Erdwiderstand der Masten berücksichtigt und die Untersuchung auf direkte Blitzschläge, die wichtigste Gefährdung, ausgedehnt. Hieraus ergab sich die Behandlung als Wanderwellenvorgang.

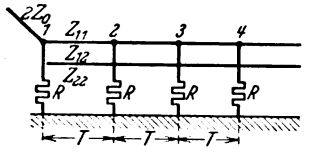


Abb. 1. Ersatzschaltbild einer Leitung (symmetrische Hälfte) mit Erdseil nach Bewley. Direkter Blitzschlag in Mast *1*, Mast-Erdungswiderstand *R*.

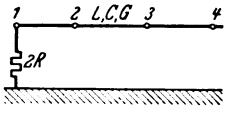


Abb. 2. Ersatzschaltbild für die Erdleitung (symmetrische Hälfte) in der Auffassung als Leitung mit verteilten Konstanten.

Wir beschränken uns im folgenden auf direkte Blitzeinschläge. Abb. 1 zeigt das der Berechnungsweise von Bewley zugrunde liegende Schaltbild. Danach trifft die Blitzbahn mit dem Wellenwiderstand z_0 auf den Mast *1*, die dort nach beiden Seiten abgehende Erdleitung (nur eine symmetrische Hälfte gezeichnet) und die parallellaufende isolierte Leitung. Es werden nun die Reflexionserscheinungen an Mast *1* und den folgenden Masten untersucht und der Gesamtvorgang aus diesen Einzelvorgängen in den aufeinanderfolgenden Zeitintervallen $2T$ entsprechend dem doppelten Mastabstand zusammengesetzt. Infolge der Kompliziertheit der Ausdrücke schon nach einigen Intervallen muß sich die Berechnung dabei praktisch auf wenige Intervalle beschränken; da aber z. B. bei einem Mastabstand von $s = 300$ m das Intervall $T = 1\,\mu s$ beträgt, so bedeutet das eine Beschränkung auf wenige Mikrosekunden. Nun dauern aber erfahrungsgemäß Blitzvorgänge $10 \cdots 50\,\mu s$ im Mittel an, und auch die minimale Überschlagspannung von Isolatoren wird erst bei Beanspruchungen über $10\,\mu s$ erreicht, so daß man versuchen muß, das Verhalten des Erdseils bei längerer Beanspruchung zu erfassen.

Um sich von der Berechnung der einzelnen Reflexionserscheinungen freizumachen, ist es naheliegend, das Erdseil mit seinen vielfachen regelmäßigen Erdungen entweder als eine Leitung mit verteilter Induktivität, Kapazität und Ableitungswiderstand aufzufassen, oder als Kettenleiter nach Abb. 2 bzw. 3. Wir gehen nun von der Vorstellung aus, daß der Blitzvorgang dem (beiderseitig symmetrischen) Schaltkreis einen Stromverlauf aufzwingt, den wir als gegeben voraussetzen. Wir werden dadurch frei von der Annahme eines nicht recht definierten Wellenwiderstands der Blitzbahn und nehmen dafür an, daß das Verhalten des Schaltkreises gegenüber dem gesamten Blitzentladungsvorgang zur Bestimmung des Stromverlaufs dieser Entladung keine Bedeutung hat. Man kann ferner nachweisen, daß die isolierte Leitung an dem Spannungsverlauf, hervorgerufen durch die Stromaufnahme des Systems, nichts ändert. Wir fragen nach dem Spannungsverlauf am getroffenen Mast *1* (Eingang der Leitung). Beide Auffassungen erfassen die wirklichen Verhältnisse unvollkommen (abgesehen von der noch nachzuweisenden Möglichkeit der Vernachlässigung der Leitungskapazität). Indem wir feststellen, unter welchen Bedingungen man zu gleichen Ergebnissen in beiden Fällen kommt, können wir die Grenzen einer derartigen Betrachtung beurteilen. Wir brauchen nunmehr nur die für derartige Leitungen vorliegenden Lösungen unserer Fragestellung anzupassen.

Entsprechend der ersten Behandlungsweise ist in Abb. 2 der Widerstand des getroffenen Mastes aufgeteilt auf die symmetrischen Hälften und tritt als Parallelwiderstand $2R$ am Anfang auf. Der Widerstand des Mastes *2* bzw. die entsprechende Leitfähigkeit ist auf dem Leitungsstück *1* ... *2* gleichmäßig als Ableitung verteilt zu denken. Hierfür gilt dann die Beziehung:

$$G s = \frac{1}{R}, \tag{1}$$

wobei s die Spannweite in cm ist. Sehen wir zunächst von dem Parallelwiderstand $2R$ am Anfang ab, so gilt für eine Leitung nach Abb. 2 für die Eingangspannung u_0 die Operatorengleichung[3]

$$u_0 = i_0 \sqrt{\frac{L p}{p C + G}} = i_0 \sqrt{\frac{L}{C}} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2}{p T'}}}, \tag{2}$$

wobei $T' = 2C/G$ gesetzt ist. Diese Gleichung hat die beiden von Heaviside angegebenen Lösungen[3], wenn der Eingangstrom $i_0 = 1$, Einheitstoß, gesetzt wird:

$$\frac{u_0}{1} = \sqrt{\frac{L}{C}} \left[1 - \frac{t}{T'} + \frac{1 \cdot 3}{(2!)^2} \left(\frac{t}{T'}\right)^2 - \cdots\right] \tag{3}$$

und

$$\frac{u_0}{1} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{\sqrt{2\pi \frac{t}{T'}}} \left[1 + \frac{T'}{8t} + \frac{(1 \cdot 3)^2}{2!} \left(\frac{T'}{8t}\right)^2 + \cdots\right] \tag{4}$$

für kleine bzw. große Werte der Zeit t. Um für die praktische Anwendbarkeit einen Überblick zu bekommen, betrachten wir ein **Beispiel**[4]:

100 kV-Leitung, Höhe der Erdleitung $h = 2450$ cm, Radius des Erdseils $r = 0{,}45$ cm, durchschnittliche Spannweite $s = 23\,200$ cm. Demnach errechnet sich die Kapazität der Erdleitung zu:

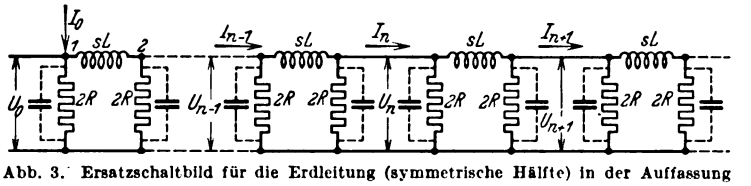


Abb. 3. Ersatzschaltbild für die Erdleitung (symmetrische Hälfte) in der Auffassung als Kettenleiter.

$$C = \frac{0{,}2788 \cdot 10^{-12}}{\ln\left(\frac{2h}{r}\right)} = 0{,}03 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F/cm}$$

und die Induktivität zu

$$L = 4 \ln\left(\frac{2h}{r}\right) 10^{-9} = 37{,}1 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{H/cm}.$$

Nehmen wir ferner einen Masterdungswiderstand von $R = 100\,\Omega$ an bzw. eine entsprechende Ableitung von $G = 0{,}43 \cdot 10^{-6}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$, so erhält man:

$$T' = \frac{2C}{G} = 1{,}4 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{s}.$$

Nun ist der für uns maßgebende Zeitbereich $10 \ldots 100\,\mu s$ bzw.

$$\frac{T'}{8t} = 0{,}018 \cdot 10^{-3} \ldots 0{,}0018 \cdot 10^{-3} \ll 1 \text{ bei } R = 100\,\Omega, \tag{5}$$

[1] W. Petersen, ETZ 1914, S. 1.

[2] L. V. Bewley, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50, S. 1 (1931).

[3] Vgl. Carson, Elektrische Ausgleichvorgänge und Operatorenrechnung. Deutsche Bearbeitung von Ollendorf u. Pohlhausen, S. 55. Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

[4] Entnommen aus: Draeger, Hochspannungsfreileitungen, S. 10. Slg. Göschen, Berlin 1930.

Digitized by Google

so daß in diesem Zeitbereich Gl. (4) anwendbar ist. Man kann für Gl. (4) auch schreiben:

$$\frac{u_0}{1} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{L}{G}} \frac{1}{\sqrt{t}} \left[1 + \frac{T'}{8t} + \dots\right] \qquad (4\,a)$$

und findet für den betrachteten Zeitbereich, für den die Glieder in der Klammer vernachlässigt werden können:

$$\frac{u_0}{1} \approx \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{L}{G}} \frac{1}{\sqrt{t}}. \qquad (6)$$

Die Möglichkeit dieser Vereinfachung zeigt uns, daß für die vorliegenden Zahlenverhältnisse die Kapazität der Erdleitung keine Rolle spielt. Das ist, wie man aus Gl. (5) ersieht, auch für andere Masterdungswiderstände in weiten Grenzen noch der Fall.

Die Vernachlässigung der Kapazität gibt uns einfache Rechengrundlagen zur Berücksichtigung des Parallelwiderstandes $2R$ am Eingang. Es gelten dann nach Abb. 2 die Gleichungen:

$$i_0 = u_0 \sqrt{\frac{G}{Lp}} + \frac{u_0}{2R}$$

$$u_0 = i_0 \cdot 2R \frac{\sqrt{Lp}}{2R\sqrt{G} + \sqrt{Lp}} = i_0 2R \frac{\sqrt{pT''}}{1 + \sqrt{pT''}}, \qquad (7)$$

wobei $T'' = \frac{L}{G(2R)^2}$ ist. Diese Gleichung hat für $i_0 = 1$ die beiden Lösungen[5]

$$\frac{u_0}{1} = 2R \left(1 + \frac{t}{T''} \cdot \frac{1}{1!} + \left(\frac{t}{T''}\right)^2 \frac{1}{2!} + \dots\right) - \left[\frac{2t}{T''} \cdot \frac{1}{1} + \left(\frac{2t}{T''}\right)^2 \frac{1}{1 \cdot 3} + \dots\right] \cdot \frac{1}{\sqrt{\pi \frac{t}{T''}}} \qquad (8)$$

und

$$\frac{u_0}{1} = \frac{2R}{\sqrt{\pi \frac{t}{T''}}} \times \left[1 - 1 \cdot \frac{T''}{2t} + 1 \cdot 3 \left(\frac{T''}{2t}\right)^2 - 1 \cdot 3 \cdot 5 \left(\frac{T''}{2t}\right)^3 + \dots\right]. \qquad (9)$$

In diesem Falle ist der Wert $T'' = 1{,}99 \cdot 10^{-6}$ für $R = 100\,\Omega$, und in dem Zeitbereich $10 \cdots 100\,\mu s$ ist

$$\frac{T''}{2t} = 0{,}095 \cdots 0{,}0095 \ll 1, \qquad (10)$$

so daß in diesem Zeitbereich Gl. (9) anwendbar ist. Vernachlässigt man auch hier die Glieder in der Klammer, so erhält man für Gl. (9) die Näherung:

$$\frac{u_0}{1} \approx \frac{2R}{\sqrt{\pi \frac{t}{T''}}} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{L}{G}} \cdot \frac{1}{\sqrt{t}}, \qquad (12)$$

welche Gleichung übereinstimmend mit Gl. (6) ist; dies besagt, daß für „große" Zeiten, entsprechend den Bedingungen $\frac{T'}{8t}$ und $\frac{T''}{2t} \ll 1$, sich in beiden Fällen unter gleicher Stromaufnahme ein gleicher Spannungsverlauf einstellt. Erst für „kleine" Zeiten zeigt der Vergleich der Gl. (3), (4) und (8), (9) die Verschiedenheit, indem der Grenzwert bei $t \to 0$ sich zu $\sqrt{L/C}$ bzw. $2R$ ergibt. Der wahre Grenzwert ist der Mittelwert aus beiden. Diese Verhältnisse wird die weitere zahlenmäßige Durchführung noch klarer zeigen.

Wir wenden uns kurz der Behandlung als Kettenleiter nach Abb. 3 zu, wobei wir die obige Bedingung zur Vernachlässigung der Kapazität voraussetzen. Man findet schließlich dafür die Lösungen für $i_0 = 1$ für „kleine" bzw. „große" t:

$$\frac{u_0}{1} = 2R \left[1 - \frac{t}{T'''} + \frac{1 \cdot 3}{(2!)^2} \left(\frac{t}{T'''}\right)^2 - \dots\right]. \qquad (13)$$

und

$$\frac{u_0}{1} = 2R \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi \frac{t}{T'''}}} \left[1 + \frac{T'''}{8t} + \frac{(1 \cdot 3)^2}{2!} \left(\frac{T'''}{8t}\right)^2 + \dots\right], \qquad (14)$$

wobei

$$T''' = \frac{sL}{2R}.$$

Für die obigen Zahlenwerte und $R = 100\,\Omega$ ergibt sich $T''' = 0{,}426 \cdot 10^{-6}$ und damit für den Zeitbereich $10 \cdots 100\,ms$:

$$\frac{T'''}{8t} = 0{,}053 \cdots 0{,}0053 \ll 1, \qquad (15)$$

so daß man wieder die Klammerglieder in Gl. (14) vernachlässigen kann und als Näherung erhält:

$$\frac{u_0}{1} \approx 2R \frac{1}{\sqrt{2\pi \frac{t}{T'''}}} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{sLR} \frac{1}{\sqrt{t}} \qquad (16)$$

und diese Gleichung stimmt ersichtlich mit den Näherungsgleichungen (12) bzw. (6) überein, wenn man bedenkt, daß nach Gl. (1) $R = 1/sG$ ist. Diese Tatsache, daß beide Betrachtungsweisen zu derselben Näherung führen, und die obigen Bedingungen, nach denen dies möglich ist, geben zugleich einen Anhalt zu beurteilen, in welchen Grenzen eine derartige Betrachtung anwendbar ist.

Zusammenfassend ist zu sagen: Unter dem Einfluß des Einheitstoßes des Stromes ($i_0 = 1$) nimmt ein am Mast getroffenes Erdseil einen Spannungsverlauf nach Gl. (16) an, in einem Zeitbereich, in dem gilt:

$$T' = \frac{2C}{G} = 2sCR \ll 8t \quad [\text{nach Gl. (5)}]$$

und

$$T''' = \frac{sL}{2R} \ll 8t \quad [\text{nach Gl. (15)}].$$

(die Bedingung $T'' \ll 2t$ nach Gl. (10) stimmt hiermit überein).

Das ist im allgemeinen, wie wir an den Werten einer 100 kV-Leitung gesehen haben, für Zeiten von $10 \cdots 100\,\mu s$, in denen sich Gewittervorgänge abspielen, erfüllbar.

Abb. 4 zeigt uns das Verhalten der Spannung nach Gl. (16). Man erkennt das rasche Abfallen trotz gleichbleibender (Einheitstoß) Stromaufnahme. Es sind noch zum Vergleich die Spannungskurven für einen Masterdungswiderstand von 20 und 500 Ω eingetragen. Für kleine Zeiten $t \to 0$ gilt Gl. (16) nicht mehr, da dann obige Bedingungen nicht mehr erfüllbar sind; der Spannungsverlauf strebt dann, wie wir oben gesehen haben, einem Grenzwert zu, der aus der Parallelschaltung von $2R$ und $z = \sqrt{L/C}$ gegeben ist. Der mutmaßliche Spannungsverlauf für kleine Zeiten ist in Abb. 4 gestrichelt angegeben. Die Ordinatenwerte in Abb. 4 sind auf die Stromstärke 1 bezogen. Haben wir nun z. B. einen Stromstoß von 10 000 A Blitzstromstärke, so wären diese Werte mit 10 000/2, entsprechend dem Abfließen des Stromes nach beiden Seiten malzunehmen, um den zahlenmäßigen Spannungsverlauf an der Einschlagstelle zu erhalten.

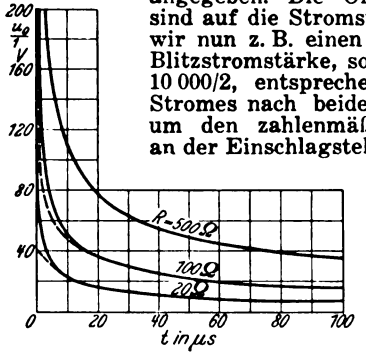


Abb. 4. Spannungsverlauf an der Einschlagstelle für einen Einheitsstoß des Stromes (Mastwiderstand R).

Die Verhältnisse werden noch übersichtlicher, wenn wir vom Einheitstoß des Stromes auf beliebigen bzw. den praktischen Verhältnissen entsprechenden Stromverlauf übergehen. Wir wählen diesen zweckmäßig in der Form:

$$i_0(t) = I_0 e^{-t/T_2}(1 - e^{-t/T_1}) = I_0 (e^{-t/T_2} - e^{-t/T_1}), \qquad (17)$$

wobei $\frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_1'} + \frac{1}{T_2}$ ist. Wenn wir diesen Stromverlauf in Beziehung setzen wollen zu dem für den Einheitsstromstoß berechneten Spannungsverlauf $\frac{u_0}{1}$, so gilt allgemein[6]:

$$u_0(t) = \frac{1}{2} i_0(0) \frac{u_0}{1}(t) + \int_0^t \frac{1}{2} i_0'(t - \tau) \frac{u_0}{1}(\tau)\, d\tau. \qquad (18)$$

Hierin bedeutet $i_0' = d\,i_0/d\,t$; $i_0/2$ ist eingesetzt, weil infolge der symmetrischen Verhältnisse nur diese Hälfte in Rechnung zu setzen ist.

Mit Gl. (17) erhalten wir dann:

$$u_0(t) = -\frac{I_0}{2} \frac{1}{T_2} e^{-t/T_2} \int_0^t e^{\tau/T_2} \frac{u_0}{1}(\tau)\, d\tau + \frac{I_0}{2} \frac{1}{T_1} e^{-t/T_1} \int_0^t e^{\tau/T_1} \frac{u_0}{1}(\tau)\, d\tau. \qquad (19)$$

[5] Wie Fußnote 3, S. 52 u. f.

[6] Wie Fußnote 3, S. 15.

Digitized by Google

In dem Zeitbereich, in dem für $\frac{u_0}{1}$ unsere Gl. (16) gilt, ist das Integral allgemein auswertbar:

$$\int_0^t e^{\tau/T}\frac{u_0}{1}(\tau)\,d\tau = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\sqrt{8LR}\cdot 2\sqrt{T}\int_0^t e^{(\sqrt{\tau}/T)^2}\,d\left(\sqrt{\frac{\tau}{T}}\right). \quad (20)$$

Das hier auftretende Integral $\int_0^x e^{z^2}\,dz$ ist bereits an anderer Stelle untersucht worden[7] und zwischen $x = 0{,}1$ und $x = 7{,}4$ tabellarisch und darüber hinaus analytisch angegeben.

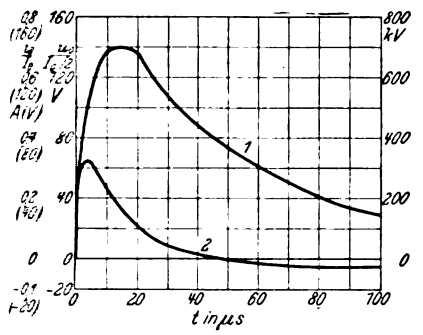


Abb. 5. Stromverlauf an der Einschlagstelle (1) und zugehöriger Spannungsverlauf (2) bei $R = 100\ \Omega$ (100 kV-Leitung).

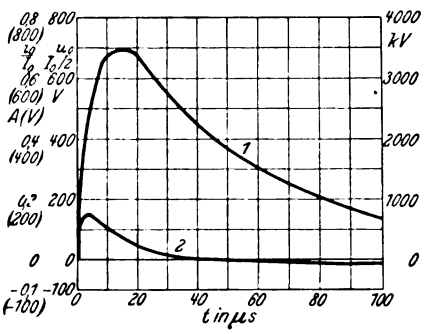


Abb. 6. Stromverlauf an der Einschlagstelle (1) und zugehöriger Spannungsverlauf (2) bei $R = 500\ \Omega$ (100 kV-Leitung.)

Wir wollen die Rechnung weiter durchführen für $T_1 = 5\,\mu s$ und $T_2 = 50\,\mu s$, d. h. einen Stromverlauf nach Abb. 5, Kurve *1*. Ferner sei wieder $R = 100\,\Omega$. Man könnte dann dem Bereich $t \to 0$, in dem Gl. (16) versagt, das Integral graphisch auswerten nach dem gestrichelten Kurvenverlauf Abb. 4. Es zeigt sich aber, daß bei den vorliegenden Zahlenverhältnissen diese graphische Auswertung nur um 5 % von der auch in diesem Bereich nach Gl. (20) berechneten abweicht, so daß wir diese als für den ganzen Bereich gültig annehmen können. Man erhält dann einen Spannungsverlauf entsprechend Abb. 5, Kurve *2*. Es fällt auf, daß dieser Spannungsverlauf bei höheren Zeitwerten unter Null geht; dies ist physikalisch nach dem vorwiegend induktiven Charakter des Erdseils verständlich. Die Stromkurve *1* ist so gezeichnet, daß mit den Zahlenwerten in Klammer sie den Spannungsverlauf (ebenso bezogen auf $I_0/2$) wiedergibt, der auftreten würde, wenn die angenommene Stromwelle auf den Mast mit gleichem Erdwiderstand ohne angeschlossenes Erdseil treffen würde. Daher zeigt uns der Vergleich beider Kurven die Spannungsherabsetzung, die das angeschlossene Erdseil bewirkt.

Der Übergang von $R = 100\,\Omega$ auf $R = 500\,\Omega$ bedeutet unter der Voraussetzung gleichen Stromverlaufs für Kurve *2*, Abb. 5, nach Gl. (19) und (20) eine Vergrößerung der Spannung im Verhältnis $1 : \sqrt{5} = 1 : 2{,}23$. Gleichzeitig würde sich der Spannungsverlauf ohne Erdseil nach Abb. 5, Kurve *1* (Zahlenwerte in Klammern) im Verhältnis 1 : 5 vergrößern, so daß wir ein Verhältnis der beiden Kurven nach Abb. 6 erhalten. Hiernach zeigt sich, daß die relative Wirkung des Erdseils bei kleinen Erdungswiderständen geringer ist. Das entsprechende gilt im umgekehrten Sinne für den Übergang von $R = 100\,\Omega$ auf $R = 20\,\Omega$.

In Abb. 5 u. 6. sind ferner rechts die Zahlenwerte in kV angegeben, die man erhalten würde, wenn man den Multiplikationswert in der Gl. (17) für den Blitzstrom zu $I_0 = 10\,000$ A ($i_{0\max} = 7000$ A) annimmt.

Die von der Erdleitung auf die Leitung übertragene Spannung, d. h. die Spannung der Leitung gegen Erde, ergibt sich zu[8]:

$$u_L = \frac{\lg\frac{a}{b}}{\lg\frac{2h}{r}}\,u_0.$$

Hierin sind h die Höhe der Erdleitung, r der Radius, a die Entfernung der Erdleitung von dem Spiegelbild der Leitung bei Spiegelung gegen die Erdlinie, b die Entfernung der Erdleitung von der Leitung. Danach ist die für die Isolation maßgebende Spannung zwischen Leitung und Erdleitung:

$$u_0 - u_L = \left(1 - \frac{\lg\frac{a}{b}}{\lg\frac{2h}{r}}\right)u_0.$$

In unserem Beispiel hängt die oberste Leitung 200 cm tiefer als das Erdseil, 270 cm vom Mast entfernt; die Spannungsbeanspruchung der Isolation ergibt sich damit zu 87 % der Spannung u_0 des Erdseils. Bei den entsprechenden Werten für den untersten Leiter von 800 cm und 430 cm ergibt sich diese Beanspruchung zu 98 % von u_0. — Der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, die mir die Möglichkeit zu wissenschaftlicher Arbeit gab, gebührt mein Dank.

[7] Vgl. W. O. Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen, S. 243. Verlag Julius Springer, Berlin 1923.

[8] Vgl. Bewley, wie Fußnote 2.

Über neuartige, Zeit und Energie sparende Schnellkocher.

Von Dipl.-Ing. **Erich Junck**, Bremen.

Übersicht. Das Problem, geringe Wassermengen in elektrischen Heizgeräten schnell und wirtschaftlich zu kochen, ist mit vielen der heutigen Wasserkocher nicht befriedigend gelöst. Es werden die Gründe hierfür genannt und gezeigt, daß sie durch die neuzeitliche Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft hinfällig wurden. Schließlich werden Aufbau, Eigenarten und Vorteile der neuen Schnellkocher beschrieben.

Von den verschiedenen Vorrichtungen, die uns die neuzeitliche Elektrowärmetechnik zur schnellen Heißwasserbereitung bietet, ist das bequemste und den Entwicklungsformen der Haushalttechnik weitgehend angepaßte Gerät der Wasserkocher, bei dem Gefäß und Wärmequelle eine Einheit bilden. Deswegen ist der Wasserkocher mit Bodenbeheizung und einer Leistungsaufnahme von etwa 600 W für die Bereitung von Wassermengen bis 2 l am meisten verbreitet.

In Ermangelung eines Schnellkochers werden häufig die in den elektrischen Herden gelieferten, genormten Kochplatten mit einer Leistungsaufnahme von 800, 1200 oder 1800 W benutzt. Ihre Anwendung ergibt zwar kürzere Siedezeiten als bei den gewöhnlichen Wasserkochern; sie ist jedoch nicht so wirtschaftlich, weil das Wärmespeicherungsvermögen der Kochplatte nicht immer voll ausgenutzt wird, wenn sie nur zur schnellen Bereitung heißen Wassers dient. Und nur darum handelt es sich hier.

Nun benötigt der handelsübliche, direkt geheizte Wasserkocher mit einer Leistungsaufnahme von 600 W zum Kochen von 1 l Wasser von 20 °C etwa 13 min und von 2 l Wasser etwa 22 min. Diese Siedezeiten werden in vielen Fällen sowohl im Haushalt als auch in der ärztlichen Praxis als zu lang empfunden. Das Problem, Wassermengen bis zu etwa 2 l schnell und wirtschaftlich zu kochen, war mit den früher üblichen elektrischen Kochern nicht befriedigend gelöst.

Diese Lücke in der Elektrowärmetechnik war deswegen entstanden, weil die hohen Strompreise der früheren Zeit eine Nachfrage elektrischer Geräte größerer Leistung verhinderten, weil die Gebrauchspannung der meisten elektrischen Anlagen früher 110 V betrug und Geräte mit einer Leistungsaufnahme von mehr als 600 W wegen der meistens benutzten 6 A-Sicherung unerwünscht waren und schließlich, weil die damalige Technik noch nicht hohe Leistungen auf kleineren Flächen wirtschaft-

Digitized by Google

lich unterbringen konnte. So blieb die Entwicklung lange Zeit bei den 600 W-Kochern stehen.

Da im Frühjahr 1930 mehr als die Hälfte aller deutschen Stromabnehmer die elektrische Arbeit zu einem Arbeitspreis von weniger als 15 Pf/kWh beziehen konnte, etwa 75 % aller elektrischen Anlagen Deutschlands mit einer Spannung von 220 V versorgt wurden und die Elektrowärmetechnik seit 1927 in der Lage war, Heizplatten mit hoher spezifischer Flächenbelastung wirtschaftlich herzustellen, regte der Verfasser den Bau von Schnellkochern mit der doppelten und dreifachen der bisher üblichen Leistungsaufnahme von 600 W an.

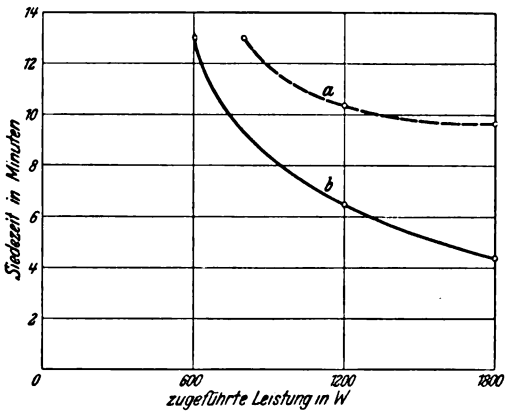


Abb. 1. Abhängigkeit der Siedezeiten von der zugeführten Leistung bei gleichem Inhalt in Kochplatten und Spezialtöpfen *a*, in direkt geheizten Schnellkochern *b*. Inhalt = 1 l Wasser.

Nach zweijährigen Versuchen gelang die wirtschaftliche Herstellung von Schnellkochern mit einer Leistungsaufnahme von 1200 bzw. 1800 W, die durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet sind:

1. sie entsprechen den Vorschriften,
2. sie kochen schneller,
3. sie sind preiswert.

Wie aus den Schaulinien der Abb. 1 hervorgeht, beträgt die Verkürzung der Siedezeit für 1 l Wasser von 20 ° C auf 100 ° C für den 1200 W-Schnellkocher gegenüber der 1200 W-Kochplatte 37 %, und für den 1800 W-Schnellkocher gegenüber der 1800 W-Kochplatte 55 %. Da in diesem Vergleich den Schnellkochern und den Kochplatten jeweils die gleiche Leistung zugeführt wurde, so bedeutet die Zeitersparnis von 37 % bzw. 55 % in diesem Falle eine ebenso große Ersparnis an elektrischer Arbeit.

Im Vergleich mit dem s. Z. üblichen 600 W-Kocher betrug die Verkürzung der Siedezeit im 1200 W-Schnellkocher 50 % und im 1800 W-Schnellkocher 66 %, u. zw. bei gleichem Verbrauch an elektrischer Arbeit (600 W · 13 min = 1200 W · 6,5 min = 1800 W · 4,3 min).

Der direkt geheizte Boden der Schnellkocher hat einen Flächeninhalt von 150 cm², so daß die spezifische Flächenbelastung 8 bzw. 12 W/cm² beträgt. Das ist insofern beachtlich, als es hier — wohl zum ersten Male — gelungen ist, derartig hohe Belastungen in für den allgemeinen Gebrauch bestimmte Geräte unterzubringen. Während bis Ende 1926 die spezifische Flächenbelastung der Kochplatten etwa 3,3 W/cm² und für wasserbespülte Flächen 4 W/cm² betrug, kamen im Frühjahr 1927 Hochleistungsplatten durch die Firma Prometheus auf den Markt, deren spezifische Flächenbelastung von 4,7 W/cm² erst die Einführung der elektrischen Küche auf breiter Basis ermöglichte. Und ein weiterer Fortschritt ist nun die Erreichung einer Flächenbelastung von 8 bzw. 12 W/cm² in den neuzeitlichen Expreßkochern mit einer Leistungsaufnahme von 1200 bzw. 1800 W. Derartige Fortschritte erfordern außer finanziellen Mitteln einen besonders großen Aufwand an Forschungsarbeit, Zeit und Geduld, und es wäre zu wünschen, daß die Geschichte der Elektrowärmetechnik diesen Fortschritten gebührend Rechnung trägt.

Die Einführung dieser hohen spezifischen Belastungen war erforderlich, um mit der Erhöhung der Aufnahme keine größeren Energieverluste in Kauf nehmen zu müssen. Der weitaus größte Anteil der Verluste, der in fast allen Fällen mehr als 10 % des zum Anheizen aufgewendeten Energieverbrauchs beträgt, entsteht durch das Wärmespeicherungsvermögen der anzuheizenden Masse. Demgegenüber sind die Wärmeverluste durch Verdampfung, Leitung, Strahlung und Konvektion von untergeordneter Bedeutung.

An der Masse des den Nutzinhalt umfassenden Gefäßes sind Einsparungen mit Rücksicht auf die mechanische Festigkeit kaum möglich. Ohne Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit des gesamten Gerätes war also auch nicht an eine Vergrößerung der für die Heizeinrichtung zur Verfügung stehenden Masseteile zu denken. Letzten Endes bestand das Problem also darin, auf der bisher benutzten Heizfläche ein Mehrfaches der bisherigen Aufnahme unterzubringen. Für die dadurch bedingten hohen spezifischen Belastungen von 8 ··· 12 W/cm² konnten die bisher üblichen zwischen zwei Mikanitschichten gelagerten Heizwiderstände, die an dem Boden des Kochers gepreßt wurden, nicht verwendet werden. An ihre Stelle traten Hochleistungsplatten, die unter Freimachung von bisher als gegeben angesehenen technischen Anschauungen durch unmittelbare Einlötung des Heizkörpers als Kocherboden verwendet werden. Das Bemerkenswerte dabei ist die Tatsache, daß diese Lösung unter Beibehaltung der haushalttechnisch bewährten Gebrauchsformen des Wasserkochers gelang (s. Abb. 2).

Die Anheiz-Wirkungsgrade der Expreßkocher (die nach § 10 der Vorschriften des VDE für elektrische Heizgeräte V. E. Hz. 1925 bestimmt wurden) im Vergleich mit andern, häufig benutzten Verfahren zur schnellen Bereitung kleinerer Heißwassermengen sind aus folgender Zahlentafel zu ersehen:

	Siedezeit für 2 l Wasser	Anheizwirkungsgrad
für einen gewöhnlichen 600 W-Kocher	22 1/2 min	84,0 %
für einen auf eine 800 W-Platte gestellten Spezialtopf	20 „	69,0 „
für einen auf eine 1200 W-Platte gestellten Spezialtopf	16 1/2 „	56,0 „
für einen auf eine 1800 W-Platte gestellten Spezialtopf	13 1/3 „	44,0 „
für den 1200 W-Expreßkocher	11 1/2 „	82,5 „
„ „ 1800 W-Expreßkocher	7 1/3 „	80,0 „

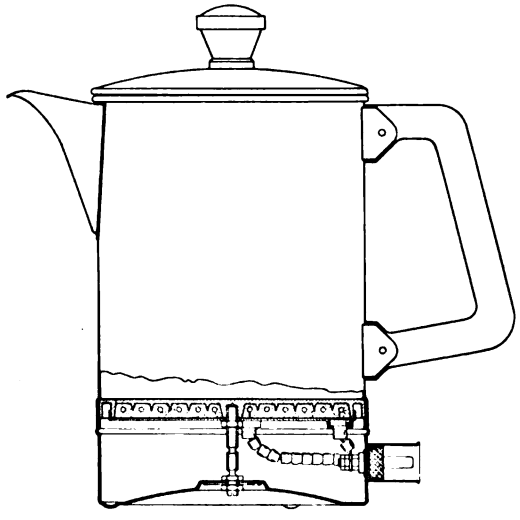


Abb. 2. Schnitt durch einen Expreßkocher.

Im übrigen lassen die Schaulinien der Abb. 3 und 4 den Temperaturverlauf bei Erhitzung von 1 l und 2 l Wasser von verschiedenen, häufig gebrauchten Geräten im Vergleich zu den beiden Expreßkochern von 1200 W und 1800 W in Abhängigkeit von der Zeit erkennen.

Deutlich ist bei den Schaulinien *II*, *III* und *IV* die Langsamkeit des Temperaturanstieges während der ersten 5 min zu erkennen. Sie wird verursacht durch den Kapazitätsverlust der anzuheizenden Massen, der Kochplatten und der schweren Spezialtöpfe.

Der untere Verlauf der Schaulinie *b*, in Abb. 1, zeigt, daß ein Expreßkocher mit noch höherer Leistung eine weitere Verkürzung der Siedezeit erwarten läßt.

Technische Bedenken stehen dem nicht entgegen, weil man bereits imstande war, ohne Schwierigkeit eine Leistung von 2200 W bei einer spezifischen Belastung von 15 W/cm² unterzubringen. Vielmehr sind es Anschlußfragen, die zur Zeit gegen den Bau derartiger Höchstleistungskocher sprechen.

Digitized by Google

Vorläufig ist mit der Schaffung von Expreßkochern mit der doppelten und dreifachen Leistung der früher üblichen Kocher dem Verlangen nach kürzeren Siedezeiten in technisch einwandfreier und auch wirtschaftlicher Weise Genüge getan. Für viele von den 80 000 elektrischen Herden, die zur Zeit in Deutschland angeschlossen sind, und deren Anschlußwert mindestens 2 kW beträgt, werden die neuartigen Expreßkocher mit 1,2 kW oder 1,8 kW ein erwünschtes Zusatzgerät bilden.

Wenn man durch die höheren Nennaufnahmen ein leichteres Trockengehen der Expreßkocher befürchtet, so wird dabei übersehen, daß bei der bedeutend kürzeren Anheizzeit die Gefahr einer Ablenkung der Aufmerksamkeit des Benutzers entsprechend geringer geworden ist. Monatelange praktische Versuche mit beiden Expreßkochern in zahlreichen Haushaltungen haben das bestätigt.

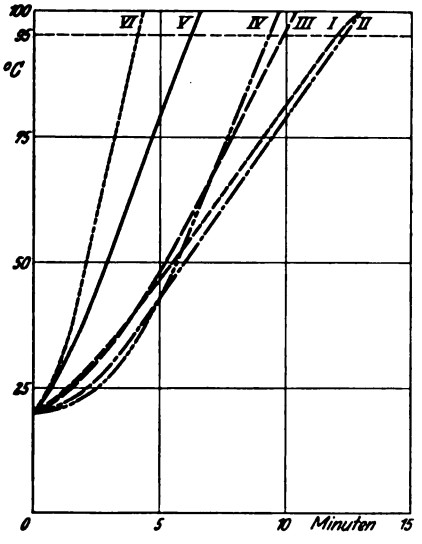


Abb. 3. Siedezeiten für 1 l Wasser in:
I einem handelsüblichen 600 W-Kocher
II einem auf eine 800 W-Platte gestellten Spezialtopf
III einem auf eine 1200 W-Platte gestellten Spezialtopf
IV einem auf eine 1800 W-Platte gestellten Spezialtopf
V dem 1200 W-Expreßkocher
VI dem 1800 W-Expreßkocher.

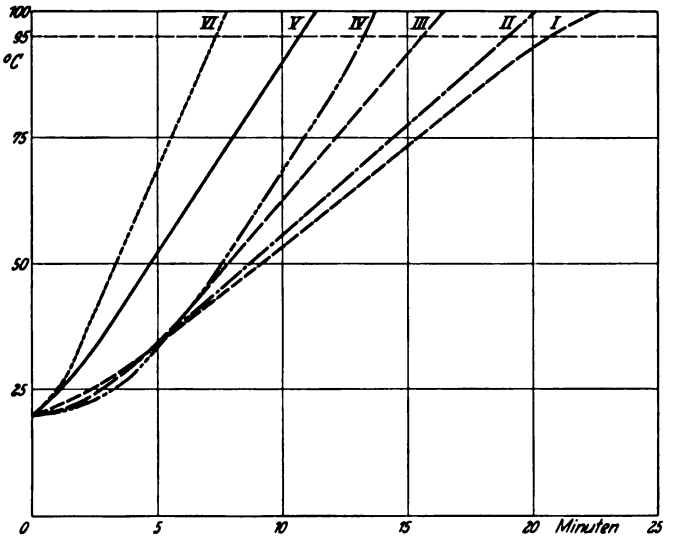


Abb. 4. Siedezeiten für 2 l Wasser in:
I einem handelsüblichen 600 W-Kocher
II einem auf eine 800 W-Platte gestellten Spezialtopf
III einem auf eine 1200 W-Platte gestellten Spezialtopf
IV einem auf eine 1800 W-Platte gestellten Spezialtopf
V dem 1200 W-Expreßkocher
VI dem 1800 W-Expreßkocher.

Zum Schluß will ich nicht verfehlen, meinen Dank für die Bereitwilligkeit auszusprechen, mit der die Firma Prometheus auf meine Anregungen und Vorschläge eingegangen ist, und ich hoffe, daß eine spätere Zeit das Erscheinen dieser Expreßkocher als einen Fortschritt der Elektrowärmetechnik bezeichnen möge.

Zur Berechnung von Transformatoren.

Von **Max Korndörfer**, Frankfurt a. M.

Übersicht. Es wird eine Formel angegeben zur Berechnung eines Transformators auf absolutem Wege, ohne alle Annahmen und Vergleiche.

Um die Hauptabmessungen eines Transformators festzulegen, ist man bisher von mancherlei Annahmen und Proportionen ausgegangen, s. Vidmar[1]. Das hat natürlich ziemlich viele Willkürlichkeiten zur Folge. Ich habe mir daher die Aufgabe gestellt, zu versuchen, ob es eine absolute Lösung der Aufgabe gibt, ohne alle Voraussetzungen und Annahmen. Dazu mußte ich Gesetzmäßigkeiten ermitteln und benutzte dazu eine Typenreihe von 5 ··· 1600 kVA, welche in der Praxis gebraucht wird. Ich konnte bei dieser Reihe feststellen, daß das Verhältnis aus der Amperewindungszahl je Zentimeter Schenkellänge zu der Wurzel aus der Windungsspannung eine Konstante ist, welche über den ganzen Typenbereich nur unwesentlich von ihrem Mittelwert abweicht. Bezeichnet

I die Stromstärke einer Wicklung in A,
z die zugehörige Windungszahl,
l die bewickelte Schenkellänge in cm,
d den Schenkeldurchmesser,
ε die Windungspannung,

so ist also $\dfrac{I z}{l \sqrt{\varepsilon}} = \text{konst.} = \alpha$.

α hat bei 6000 V den Zahlenwert von 120, ist aber ein wenig von der Spannung abhängig, so daß

$\alpha_{6000} = 120 \quad \alpha_{10000} = 115 \quad \alpha_{15000} = 110 \quad \alpha_{20000} = 105.$

Um rechnen zu können, bedarf es noch einer weiteren Beziehung. Dazu bietet sich das Verhältnis β zwischen Schenkellänge und Schenkeldurchmesser. Bei der oben genannten Serie ergaben sich dafür folgende Werte:

$l/d = \beta_{6000} = 2{,}2 \quad \beta_{10000} = 2{,}3 \quad \beta_{15000} = 2{,}4 \quad \beta_{20000} = 2{,}5.$

[1] ETZ 1925, S. 421.

Bezeichnen noch Q_e den aktiven Eisenquerschnitt in cm², B die Sättigung des Eisens in Gauß, so haben wir noch folgende bekannte Beziehungen:

$$Q_e = \gamma d^2$$

$$\varepsilon = 2{,}22 \frac{Q_e}{100} \cdot \frac{B}{10\,000} \quad \text{bei 50 Hz,}$$

$$\text{kVA} = \frac{3 \varepsilon z I}{1000} \quad \text{bei Drehstrom.}$$

Aus den 5 Gleichungen mit den 5 Unbekannten Q_e, d, ε, l, z und den Bekannten B, I, α, β, γ können wir nunmehr den Querschnitt Q_e berechnen. Es ergibt sich:

$$Q_e = \frac{\sqrt{1000\ \text{kVA}}}{\sqrt[4]{(2{,}22\, B \cdot 10^{-4})^3}} \cdot 10 \sqrt[4]{\frac{100\,\gamma}{9\,\alpha^2 \beta^2}}$$

und daraus:

$$d = \sqrt{\frac{Q_e}{\gamma}}$$

$$l = d\,\beta.$$

Der Zahlenwert $10 \sqrt[4]{\dfrac{100\,\gamma}{9\,\alpha^2 \beta^2}}$ ergibt sich bei obengenannten Zahlenwerten für α und β fast genau $= 1$, so daß man bei diesen Typen rechnen kann:

$$Q_e = \frac{\sqrt{1000\ \text{kVA}}}{\sqrt[4]{(2{,}22\, B \cdot 10^{-4})^3}}.$$

Für andere Typen und Bauarten erhalten die Konstanten α und β natürlich andere Werte.

Beispiel. Es sei ein Drehstromtransformator zu berechnen für 1000 kVA und 20 000 V Oberspannung. Die

Digitized by Google

Wicklung sei einfach konzentrisch, und es sei weiter $B = 15\,000$ im Schenkel.

Es ist

$\alpha = 105 \qquad \beta = 2{,}5$

$\gamma = 0{,}612$ für 0,5 mm-Blech und 5 Blechbreiten

$$Q_e = \frac{\sqrt{1000 \cdot 1000}}{\sqrt[4]{(2{,}22 \cdot 1{,}5)^3}} \cdot 10 \sqrt[4]{\frac{100 \cdot 0{,}612}{q \cdot 105^2 \cdot 2{,}5^2}} = \frac{1000}{2{,}466} \cdot 0{,}996 = 404\ \text{cm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{404}{0{,}612}} = 25{,}7\ \text{cm} \qquad l = 25{,}7 \cdot 2{,}5 = 64{,}3\ \text{cm}.$$

Die endgültigen Abmessungen wird man wählen nach Korndörfer, ETZ 1930, S. 1674, zu:

$$d = 25\ \text{cm} \qquad Q_e = 385\ \text{cm}^2 \qquad l = 64{,}3 \cdot \frac{404}{385} = 67{,}4\ \text{cm}.$$

Die gesamte Schenkellänge wird man mit 70 cm einsetzen. Der Mittenabstand wird bei 20 000 V gleich 39 cm. Das Joch erhält 30 % Verstärkung. Damit wird das Schenkeleisengewicht 607 kg und das Jochgewicht bei 500 cm² Querschnitt und 102 cm Länge 765 kg. Das totale Eisengewicht ist also 1372 kg.

Schenkelverlust $B = 15\,000$, Verlustziffer 1,6 . 2550 W,
Jochverlust $B = 11\,520$, „ 1,6 . 1690 „,
Gesamtverlust . . . . . 4240 W.

Die Stromdichte sei 4,5 A/mm².

Aus der Leistung $\text{kVA} = 1{,}66 \frac{Q_e Q_k}{1000} \frac{B\,i}{10\,000}$ errechnet sich der Kupferquerschnitt $Q_k = \frac{1000 \cdot 1000}{1{,}66 \cdot 385 \cdot 1{,}5 \cdot 4{,}5} =$ 232 cm². Die mittlere Windungslänge ist etwa 95 cm. Es wird das Kupfergewicht 294 kg und der Kupferverlust $V_k = 14\,300$ W. Die Unterspannungswicklung wird eine einlagige Zylinderspule.

Bei Trockentransformatoren von 5 ··· 100 kVA und 6000 V kann man setzen:

$$\alpha = 70,\ \beta = 3,\ \gamma = 0{,}612.$$

Es wird

$$10 \sqrt[4]{\frac{100\,\gamma}{9\,\alpha^2\,\beta^2}} = 1{,}13.$$

Beispiel. 100 kVA, 6000 V, $B = 13\,500$.

Es ist

$$Q_e = \frac{\sqrt{1000 \cdot 100}}{\sqrt[4]{(2{,}22 \cdot 1{,}35)^3}} \cdot 1{,}13 = 156{,}6\ \text{cm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{Q_e}{\gamma}} = \sqrt{\frac{156{,}6}{0{,}612}} = 16\ \text{cm};\ l = d\,\beta = 16 \cdot 3 = 48\ \text{cm}.$$

Man würde wieder endgültig wählen:

$$Q_e = 138{,}9\ \text{cm}^2 \qquad d = 15\ \text{cm} \qquad l = 46{,}8 \cdot \frac{156{,}6}{138{,}9} = 54\ \text{cm}.$$

Schenkellänge bei 4 cm Jochabstand $54 + 8 \approx 65$ cm. Der Mittenabstand wird $M = 35$ cm.

Das Schenkelgewicht ist 203 kg, das Jochgewicht bei 30 % Verstärkung, 180 cm² Querschnitt und 84 cm Länge 227 kg, das Totalgewicht also 430 kg. Der Kupferquerschnitt bei einer Stromdichte $i = 2{,}4$ A/mm² wird $Q_k = \frac{1000\ \text{kVA}}{1{,}66\,Q_e \frac{B\,i}{10\,000}} = 134$ cm². Die mittlere Windungslänge ist 78,2 cm, daraus wird das Kupfergewicht 139,5 kg. Die Windungszahlen sind bei 6000/400 V und Dreieck-Stern-Schaltung 1428/55 Windungen, die Stromstärken 9,62/144,3 Ampere. Die Unterspannungspule erhält 200 mm Innendurchmesser, und mit 2 Drähten 4,2 · 7 und 4,6 · 7 hochkant parallel gewickelt ergibt sich 570 mm axiale Länge, Kupferquerschnitt 60,8 mm², Stromdichte 2,375. Oberspannungseitig wickelt man mit 277 mm Dmr. auf einen Zylinder 270 mm Dmr. × 274 mm Dmr. × 600. Drahtstärke 1,7 mm Dmr., isoliert 2,3 mm Dmr. 8 Abteilungen je 178,5 Windungen in 6 Lagen zu je 30 Windungen.

Ein 115 000 kW-Turbogenerator für 1800 U/min.

Mit dankenswertem Freimut hat die Allis Chalmers Co. die Einzelheiten des größten von ihr erbauten vierpoligen Turbogenerators, welcher vor Jahresfrist im Waukegan-Kraftwerk (Illinois) in Betrieb kam, veröffentlicht[1]. Es handelt sich um einen 60periodigen Generator für 121 000

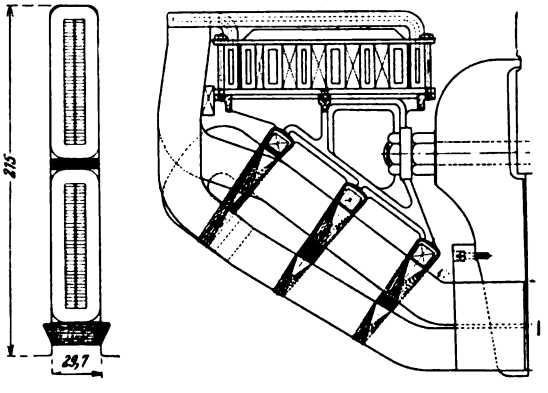


Abb. 1. Wicklungsanordnung in der Nut und im Kopf.

kVA, 1800 U/min, 18 000 V, 3884 A, $\cos\varphi = 0{,}95$. Die Spannung wurde im Hinblick auf die günstigste Form der Statorwicklungen gewählt, nämlich so, daß sich bei einer geeigneten Nutenzahl — 84 — eine Zweistabwicklung ergibt. Diese besteht aus Halbformspulen, entsprechend der üblichen amerikanischen Bauart, siehe Abb. 1. Die Kunststäbe sind aus asbestisolierten Einzelleitern zusammengesetzt und mit Compoundmikafolium umbügelt. Als Koronaschutz dient lediglich eine Außenlage imprägnierten Asbestbandes. Die Prüfspannung betrug $2\,U + 1000 = 37\,000$ V. Die Abb. 2 zeigt einen Längsschnitt. Man sieht, daß für die Belüftung des Stators die bekannte AEG-Bauart mit trichterförmigen Kaltlufttaschen am Umfang zur Anwendung gekommen ist. Die Halteringe für die Wickelköpfe bestehen aus nichtmagnetischem Stahl, desgleichen sind zur Verminderung der Wirbelstromverluste die äußeren Schutzkappen aus unmagnetischem Gußeisen ausgeführt. Von besonderem Interesse ist die Bauart des Induktors. Trotz der außerordentlich großen Länge des Schmiedestückes, dessen Lagermittenabstand 10,7 m beträgt, hat man von einer Zusammensetzung aus mehreren Stücken abgesehen, sondern ein einheitliches Schmiedestück aus mit Vanadin legiertem und geglühtem Kohlenstoffstahl angewendet. Bei dem Durchmesser von 1400 mm bleibt die Umfangsgeschwindigkeit in mäßigen Grenzen, zumal eine hohe Schleuderprobe, wie sie in Deutschland üblich ist, von den amerikanischen Normen nicht vorgeschrieben wird. Man pflegt die Induktoren nur mit einer die Schnellschlußdrehzahl wenig überschreitenden Umdrehungszahl kurzzeitig zu prüfen. Daher bleiben auch die rechnerischen Beanspruchungen durchaus innerhalb der zulässigen Grenzen. Zur Verminderung von Kerbwirkungen ist die Oberfläche des gesamten Läufers mit besonderer Sorgfalt poliert. Bei der außerordentlichen Länge des Induktors bietet das Problem der hinreichenden Kühlung des mittleren Teiles große Schwierigkeiten. Hier ist eine zwar grundsätzlich schon bekannte, aber durch die Art der Ausführung interessante Neuerung eingeführt worden, nämlich eine Radialbelüftung der Rotorzähne vom Umfang her. Abb. 3 zeigt die konstruktive Durchführung des Gedankens. In die Zähne ist eine Reihe radialer Löcher gebohrt, die an ihrem Grunde mit schräg wieder hinausführenden Löchern

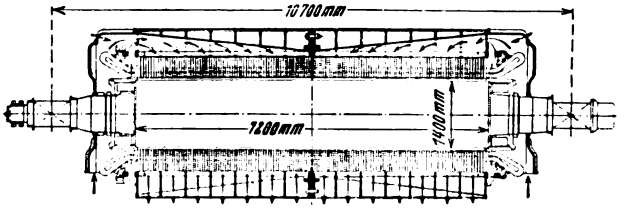


Abb. 2. Längsschnitt durch den Generator.

kommunizieren. Jedes radiale Loch ist oben mit einem Verschlußstöpsel versehen, dessen gebogene Öffnung in die Drehrichtung weist, derart, daß die Luft über den Verschlußkeil der benachbarten Nut hinweg in das radiale Loch hineingeschöpft wird, um aus dem schrägen Loch wieder zu entweichen. Da die dem Stator vom äußeren Umfang zugeführte Kühlluft bis in den Spalt zwischen Rotor und Stator eindringt und auf diesem Wege sich noch

[1] R. B. Williamson, Electr. Engng. Bd. 51, S. 537.

Digitized by Google

nicht erheblich erwärmt hat, so werden die Belüftungslöcher des Rotors von wirksamer Kühlluft durchstrichen. Nach den Angaben der Erbauerin beträgt die Geschwindigkeit in diesen Kühlluftkanälen 30 ··· 40 m/s und ist die Wirksamkeit dieser Kühlart durch Vergleichsversuche erwiesen worden. Auch eine wahrnehmbare Geräuschbildung wurde nicht festgestellt. Das neue Kühlverfahren eignet sich offenbar besonders für axial sehr lange Läufer, weil es in Verbindung mit der angewendeten Statorbelüftung eine von der Länge unabhängige Kühlung erbringt. Die garantierte Temperaturzunahme des Läufers beträgt 85 °. Die Beförderung der Kühlluft der gesamten Maschine erfolgt nicht mittels beiderseits am Läufer angebrachter Ventilatoren, weil diese die axiale Länge noch vergrößert hätten und die unter der Nenndrehzahl liegende kritische Drehzahl offenbar nicht noch weiter erniedrigt werden sollte. Vielmehr sind, auch mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad, getrennt angetriebene Ventilatoren zur Anwendung gekommen. Die vier im Fundament aufgestellten voneinander unabhängigen Gebläse für $n = 1160$ U/min zeigt Abb. 4. Sie drücken die Warmluft durch die horizontal angeordneten Kühler, so daß die Verlustwärme der Gebläse selbst schon vor Eintritt der Luft in den Generator wieder abgeführt wird. Bei Teillast können zwei Gebläse abgestellt werden. Die Leistungsfähigkeit eines jeden beträgt 1420 m³/min bei einem Druck von 228 mm. Die 150pferdigen Kurzschlußankermotoren werden im Dauerbetrieb nur mit rd. 100 PS belastet.

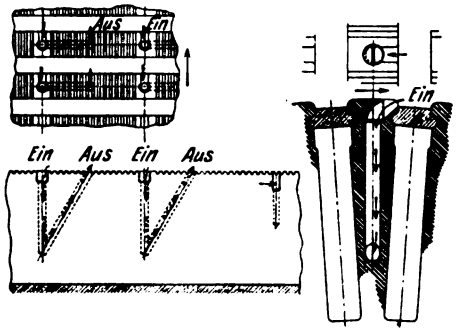


Abb. 3. Radiallüftung der Rotorzähne vom Umfang her.

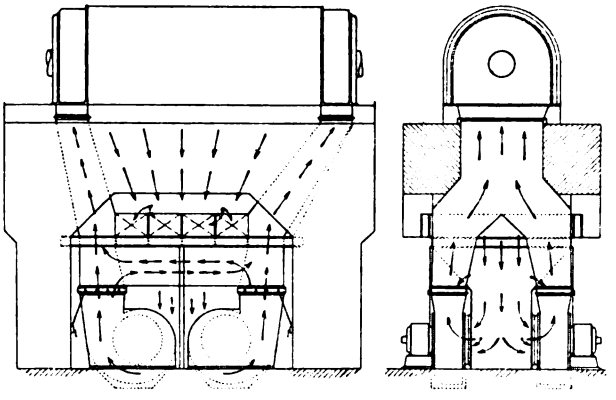


Abb. 4. Anordnung der Gebläse und Rückkühler.

Von Interesse ist noch das Reaktionsverhältnis der Maschine, welches entgegen der sonstigen amerikanischen Praxis nur 0,66 beträgt, denn der Erregerstrom für Nennspannung im Leerlauf ist mit 400 A, der für Nennstrom im Kurzschluß mit 600 A angegeben. Der Gesamtwirkungsgrad der Maschine beträgt 98,1 %. Die Regelung erfolgt mittels eines angebauten zweilagrigen Erregers für 350 kW und eines überhängenden 7,5 kW-Zusatzerregers.

Phl.

Die Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft[1].

Von Rechtsanwalt **Bernhard Blau**, Berlin.

Übersicht. Da die Elektrizitätserzeugung mit den Kraftquellen, insbesondere solchen, die den Brennstoff liefern, beginnt, werden die Abschreibungen im Kohlenbergbau aufgezeigt. Sie sind wiederum durch die Elektrisierung der Bergwerke beeinflußt. Übereinstimmungen hinsichtlich der Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft und dem Bergbau zeigen sich darin, daß bei beiden Wirtschaftsgruppen der Heimfall von Anlagen in Betracht kommt. Die Abschreibungen auf die Kohle sind als Unkostenfaktor für die Preisbildung und somit auch für die Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung. Die Abschreibungen auf Antriebsmaschinen und Stromerzeuger werden bei den verschiedenen Gattungen derselben aufgezeigt. Es wird festgestellt, daß Abschreibungen von Maschinen in der Elektrizitätswirtschaft zweckmäßig vom Buchwert und nicht vom Anschaffungspreis erfolgen. Diese Abschreibungsmethode erscheint bei allen Gegenständen, deren Gebrauchswert in den ersten Jahren stärker ist und in den späteren Jahren abnimmt, angebracht. Die Abschreibungsquoten können nach der Rechtsprechung des Reichsfinanzhofes ihrer Höhe nach jährlich wechseln. Unterlassene Abschreibungen können nachgeholt werden.

Abschreibungen auf Kraftquellen, Antriebsmaschinen und Stromerzeuger.

Aus dem grundlegenden Werk von Windel „Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Elektrizitätswirtschaft", Berlin 1928[2], lassen sich die Leitsätze, die für die Abschreibung in der Elektrizitätswirtschaft maßgebend sind, unmittelbar erkennen. Schon hier wird die Bedeutung des Abschreibungswesens für die Elektrizitätswirtschaft erkennbar, wenn ausgeführt wird (S. 17) „die zweckmäßige Unter- und Verteilung der einzelnen Kostenelemente in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer der gesamten Anlage ist ein wichtiges Problem wirtschaftlicher Berechnungen. Außer der Herabsetzung der Anlagekosten und der einzelnen Konten für die Betriebsauslagen gewinnt die Ausnutzung der Anlagen, d. h. ihre Benutzungsdauer eine mit der Zunahme des Wettbewerbes ständig wachsende Bedeutung."

In diesem Satz technisch-wirtschaftlicher Erkenntnis ist die neueste Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs in Abschreibungsachen bereits vorweggenommen. Nach ihr kommt es lediglich auf die „Nutzungsdauer" an, nicht auf die „Lebensdauer" der Anlage. Entscheidend für die Höhe der Abschreibungsquoten ist neben der technischen Abnutzung die Frage des Wettbewerbes, d. h. ob die Anlagen noch marktgängige Leistungen hervorbringen können und konkurrenzfähig sind (vgl. Urteil des Reichsfinanzhofs in „Steuer und Wirtschaft" 1929, Sp. 359).

Das Problem der Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft beginnt ebenso wie sie selbst bereits bei den Kraftquellen. Hier sind die Ur-(Primär-)kräfte, wie z. B. Wasser und Wind, zu unterscheiden von den Kraftquellen, die den Brennstoff liefern. Die Elektrizitätswirtschaft interessieren also bereits die Abschreibungen auf Kohle, Torf, Holz, Ölschiefer und auf die Erdölgewinnung, insbesondere aber auf Kohlenbergwerke.

Abschreibungen im Kohlenbergbau.

Im Bergbau kommen die Abschreibungen wegen Substanzverringerung in Betracht. Sie bemessen sich hier, ebenso wie bei den sonstigen Anlagekapitalien, nach der „gemeingewöhnlichen Nutzungsdauer" des Gegenstandes. Für außergewöhnliche Abnutzungen können erhöhte Abschreibungen erfolgen, wenn ihre Notwendigkeit besonders nachgewiesen wird. Zum Nachweis einer außergewöhnlichen Abnutzung erscheinen die neueren Urteile des Reichsfinanzhofs von Bedeutung, da sie betriebswirtschaftliche Grundsätze zur Anwendung bringen. Es kommen also auch die im Bergbau in den letzten Jahren eingeführten Rationalisierungsmaßnahmen für die Bemessung der Abschreibungsquoten in Betracht. Es wird auf die Gutachten von Schmalenbach über den ostelbischen und mitteldeutschen Braunkohlenbergbau verwiesen (vgl. Zeitschrift f. handelswissenschaftliche Forschungen 1929, Heft 5, S. 194 ff.). Schmalenbach weist darauf hin, daß durch die Einführung des Baggerbetriebes im Braunkohlenbergbau eine große Anzahl der Tiefbauanlagen einen wesentlichen Teil ihres Wertes verloren hat, daß ferner eine Entwertung der früheren Anlagen da-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 13.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 1608.

Digitized by Google

durch eintrat, daß der Löffelbagger durch den Eimerbagger ersetzt wurde.

Für die Elektrizitätswirtschaft ist es wiederum von unmittelbarer Bedeutung, daß auch die Elektrisierung zu einer grundsätzlichen Umwälzung im Braunkohlenbergbau führte und somit erhöhte Abschreibungen auf die vorhandenen Anlagen erforderlich machte.

Gewisse Übereinstimmungen hinsichtlich der Abschreibungen in der Elektrizitätswirtschaft und dem Bergbau zeigen sich darin, daß bei beiden Wirtschaftsgruppen der Heimfall von Anlagen in Betracht kommt. Ebenso wie in der Elektrizitätswirtschaft ist hier zu beachten, daß die Nutzungsdauer der Anlagen nicht der Dauer der Rechte zu entsprechen braucht, daß ebenso die Wertminderungen sich nur gegenüber dem Berechtigten während des Laufes seiner Rechte auswirken. Der Reichsfinanzhof hat hier anerkannt, daß es nicht darauf ankommt, ob bei Einsetzung des gemeinen Wertes eines Anlagegegenstandes, der sich innerhalb einer bestimmten Zahl von Jahren aufzehren wird, ein alljährliches Schwinden des gemeinen Wertes entsprechend dem Zeitverlauf angenommen werden kann. Es seien vielmehr die dem Zeitverlauf bis zur Erledigung der Konzessionen entsprechenden Abschreibungen vom Anschaffungspreis ohne weiteres zulässig (Urteil des Reichsfinanzhofs IA 454/29, zitiert bei Großmann „Abschreibungen und Steuer, 1930, S. 146). Für Abschreibungen auf Rechte kommt also im wesentlichen die „Zeitabschreibung" in Betracht (vgl. Schmalenbach a. a. O.).

Bei der Kohle als Kraftquelle der Elektrizitätswirtschaft kommt auch ihre Bewertung als Erzeugnis der Bergwerke hinzu. Hier zeigt sich in besonderem Maße der Abschreibungsaufwand als Faktor der Selbstkostenberechnung: die Abschreibung als Unkosten. Der Reichsfinanzhof geht in einem neueren Urteil (Reichssteuerblatt 1931, S. 307 ff.) davon aus, daß sich der Aufwand, den der Unternehmer für Abschreibungen an den Betriebsanlagen macht, bei der Bewertung der mit diesen Betriebsmitteln erzeugten Produkte auswirkt. Danach kann bei der Bewertung der selbsterzeugten Warenvorräte auch der anteilmäßig darauf entfallende Abschreibungsaufwand berücksichtigt werden. Es handelt sich hier um „produktionsbedingte" Abschreibungen, die wie Generalunkosten zu behandeln sind. Im Kreislauf der Wirtschaft kann und muß der Abschreibungsaufwand durch Veräußerung der Warenvorräte wiederum bei dem Unternehmer eingehen und so die Mittel für die Ersatzbeschaffung der Betriebsanlagen herbeiführen. Auch bei der Substanzverringerung, nicht nur bei der Abschreibung auf die Anlagen und Kunstbauten der Bergwerke, handelt es sich um „produktionsbedingte" Abschreibungen, obwohl die Produktion hier zugleich zum Verzehr führt. Da es sich bei der Substanzverringerung um eine „Mengenabschreibung" handelt, ist davon auszugehen, daß diese „als anteilige Unkosten der einzelnen Tonne Braunkohle oder der einzelnen Tonne Briketts ratierlich anzulasten sind" (Schmalenbach a. a. O., S. 212).

Der Reichsfinanzhof nimmt allerdings an, und das ist für die gesamte Wirtschaft von Bedeutung, daß die Berücksichtigung des anteilmäßigen Abschreibungsaufwandes auf die Produktion nicht erzwungen werden kann, solange sie noch nicht veräußert ist. Es kann, wie der Reichsfinanzhof sagt, dem vorsichtig rechnenden und bewertenden Kaufmann nach den Grundsätzen ordnungsmäßiger kaufmännischer Buchführung nicht verwehrt sein, dem Unsicherheitsmoment — nämlich Erzielung der vollen Kostensumme bei der Veräußerung — bei der Bewertung der selbst hergestellten Warenvorräte Rechnung zu tragen (vgl. Urteil des Reichsfinanzhofs, Reichssteuerblatt 1931, S. 307 ff.).

Die Abschreibungen auf die Kraftquellen der Elektrizitätswirtschaft, insbesondere auf Kohle, sind für sie — abgesehen von der Preisgestaltung der Kosten — auch deshalb von Bedeutung, weil sie einen Beitrag dazu liefern, welchen Anspruch die Elektrizitätswirtschaft an die Kraftquellen stellt. Dieser Umstand ist wieder kausal für die Leistungen der Elektrizitätswirtschaft selbst und für die Preisgestaltung in ihr. Damit steht auch im Zusammenhange die Frage, „welche Leistungen sie (die Elektrizitätswirtschaft) mit ihrer Benutzung (der Kraftquellen) hervorbringt".

Abschreibungen auf Antriebsmaschinen und Stromerzeuger.

Bei den Antriebsmaschinen wird von Windel (Seite 58 ff.) nachgewiesen, daß unter ihnen auf die Kolbendampfmaschinen und die Dampfturbinen sowohl nach der Stückzahl als auch nach der Leistung der größte Anteil entfällt, sowie daß auch die Leistung pro Stück den höchsten Betrag aufweist.

Infolge der außerordentlichen Inanspruchnahme namentlich der in modernen Werken verwendeten Dampfturbinen werden hier erhebliche Abschreibungen erforderlich, zumal es sich um schnellaufende Maschinen handelt. Die Abschreibungsquote bei Wasserkraftmaschinen wird geringer sein, da sie sowohl an Zahl als auch an Leistung den Dampfturbinen nachstehen. Hingegen wird die Abschreibungsquote auf Gasmotoren, deren durchschnittliche Leistung erheblich größer ist, auch höher sein. Endlich werden die Abschreibungen an Ölmotoren, da sie geringer in der Gesamtleistung sind, geringere Kosten erforderlich machen.

Bei den Abschreibungen auf Stromerzeuger kommt im Hinblick auf ihre hohe Leistungsfähigkeit für Drehstrommaschinen ein höherer Prozentsatz in Betracht, während Gleichstrom- und Wechselstrommaschinen eine derartige Beanspruchung nicht aufzuweisen haben.

Die Zusammenfassung der Abschreibungen bei den „Kraftquellen", den Antriebsmaschinen und Stromerzeugern ergibt gewissermaßen die Generalquote der Abschreibung in der Elektrizitätserzeugung.

Die Abschreibungen vom Restwert (Buchwert).

Obige Darlegungen, welche einen kurzen Querschnitt aus dem Abschreibungswesen der Elektrizitätserzeugung geben sollen, waren zur Feststellung der grundsätzlichen Frage erforderlich: Soll die Abschreibung vom Anschaffungswert oder vom jeweiligen Buchwert vorgenommen werden? Das neue grundsätzliche Urteil des Reichsfinanzhofs vom 1. VII. 1931 (vgl. Steuer und Wirtschaft 1931, Nr. 790) gibt hierzu wesentliche Anhaltspunkte, zumal es sich auf ein Gutachten der Spitzenverbände der Wirtschaft stützt, das durch den Deutschen Industrie- und Handelstag eingeholt ist. An sich dürfen steuerrechtlich die Abschreibungen unabhängig von der jeweiligen Höhe des Buchwertes vom höheren Anschaffungspreis gemacht werden. Es liegt zunächst in der Natur der Sache, daß von dem geringeren Buchwert höhere Abschreibungsquoten als von dem höheren Anschaffungswert zulässig sind. Das Gutachten gelangt zu dem Resultat, daß die Abschreibung vom Buchwert zweckmäßiger als vom Anschaffungswert ist bei Maschinen, Einrichtungsgegenständen und Patenten, insbesondere bei allen Gegenständen, deren Gebrauchswert in den ersten Jahren stärker ist und in den späteren Jahren abnimmt, oder deren Wert allein schon durch die Inbetriebnahme wesentlich beeinträchtigt wird. Dieser Ansicht ist beizutreten. Es ist jedoch zu fordern, daß die Abschreibungsquoten vom Buchwert entsprechend höher sein müssen als vom Anschaffungswert. Die Abschreibungen vom Buchwert führen zu einer neuen Abschreibungsmethode: derjenigen vom wechselnden „Restwert" (Buchwert) der Objekte.

Daneben kommt als wechselnde Abschreibung auch eine solche in Frage, bei der nicht der Wert, von dem abgeschrieben wird, sondern die Abschreibungsquote selbst wechselt. So können z. B. bei einer 10jährigen Nutzungsdauer von Maschinen in den ersten fünf Jahren je 12 % und in den letzten fünf Jahren je 8 % des Anschaffungswertes abgeschrieben werden, weil sich die Maschinen in den ersten fünf Jahren relativ am stärksten abgenutzt haben. Es wird also keine gleichmäßige Abschreibungsquote verlangt, sondern es werden wechselnde Sätze vom Reichsfinanzhof anerkannt. (Urteil des Reichsfinanzhofes vom 16. VII. 1930, Steuer und Wirtschaft 1930, Nr. 601.)

Diese steuerrechtliche Abschreibungsmethode hat auch auf die aktienrechtlichen Bewertungsvorschriften und Abschreibungsmethoden in der Aktienrechtsnovelle Einfluß gehabt. Im § 261 Ziff. 1 HGB. wird in Übereinstimmung mit der steuerrechtlichen Abschreibungsmethode, wie sie der Reichsfinanzhof in der neuen Rechtsprechung anerkannt hat, bestimmt, daß die Abschreibung der „Anteil an dem etwaigen Wertverlust ist, der sich bei seiner Verteilung auf die mutmaßliche Gesamtdauer der Verwendung oder Nutzung" der einzelnen Objekte ergibt.

Ebenso aber, wie die Abschreibungsätze je nach der wirtschaftlichen Konjunktur oder der Beanspruchung der Objekte wechseln, können auch nach der neueren Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs unterlassene Abschreibungen nachgeholt werden (vgl. Urteil des Reichsfinanzhofs, Steuer und Wirtschaft 1932, Nr. 288). Der Reichsfinanzhof sagt hier: „Es sei nicht der Zweck des § 16 Abs. 2 EinkStG., gerade für einen einzelnen

Digitized by Google

Steuerabschnitt einen bestimmten Betrag als allein richtig zum Abzug zuzulassen, sondern es sei das Gesamtmaß der Aufwendungen auf eine Summe mehrerer Steuerabschnitte zu verteilen .... Welcher Teilbetrag von dieser Gesamtsumme im einzelnen Steuerabschnitt als angemessen zu gelten hat, ist demgegenüber von untergeordneter Bedeutung." Der Reichsfinanzhof vertritt also den Standpunkt, daß der von den bisherigen, als zulässig behandelten Abschreibungen nicht verbrauchte Teil des Anschaffungs- oder Herstellungspreises nicht einfach nachträglich als nicht mehr abzugsfähig behandelt werden könne, mit der Begründung, daß er bei rückschauender Betrachtung in den Vorjahren in Form höherer Abschreibungen hätte berücksichtigt werden müssen. Bei solchem Verfahren würde der Steuerpflichtige im Endergebnis nicht in den Genuß des vollen Abzuges seiner Werbungskosten kommen. Der Reichsfinanzhof sieht hier also die Steuerabschnitte als eine Einheit an. „Die Einkommensteuer ist eine fortlaufende Steuer nach einheitlichen Grundsätzen. Das erfordert billige Rücksichtnahme auf das Ergebnis früherer Veranlagungen bei der Entscheidung über die Steuerhöhe in den späteren Abschnitten."

Da es häufig schwierig sein wird, namentlich in wirtschaftlich schlechten Zeiten, das richtige Maß der Abschreibungsquoten im voraus zu bestimmen, stellt es für die Unternehmungen einen großen Vorteil dar, daß sie etwa zu niedrig bemessene Abschreibungsquoten noch in späteren Jahren nachträglich erhöhen können, und daß die Finanzbehörden eine derartige Nachholung zulassen müssen. Diese Möglichkeit ist für die Elektrizitätswirtschaft insbesondere auch deshalb von Bedeutung, da sie hierdurch in die Lage versetzt wird, auf Grund der jeweils neuesten Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs auf dem Gebiete des Abschreibungswesens etwa unterlassene oder zu niedrig bemessene Abschreibungen nachträglich vorzunehmen oder zu erhöhen. Eine Kenntnis der Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs auf dem Gebiete des Abschreibungswesens gehört daher durchaus nicht dem Spezialgebiet der Juristen an, sie ist vielmehr eines der großen Gebiete, wo die Gemeinschaftsarbeit von Technik, Wirtschaft und Recht gegeben ist.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Neue Pfahlgründung im Freileitungsbau. — Th. Müller bringt ein Berechnungsverfahren für die Tragfähigkeit von Betonbohrpfählen mit erweitertem Fußende, wie sie neuerdings als Mastfundierung im Freileitungsbau verschiedentlich Verwendung gefunden haben. Der Verfasser hat auf Grund von Versuchen mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik an der T. H. Berlin und in Verwertung seiner praktischen Erfahrungen auf der Baustelle ein Verfahren angegeben und in Form von praktischen Gebrauchskurven dargestellt, wonach die Tragfähigkeit derartiger Pfähle auf Zug und Druck in Abhängigkeit von den Verschiedenheiten der Bodenart, der Pfahltiefe und der Größe der Pfahlverdickung in einfacher Weise ermitelt werden kann. Die Abb. 1 zeigt einen Mast für eine 200 kV-Hohlseilleitung, der mittels Betonbohrpfählen fundiert ist. Kosten dieser Fundierung im Vergleich mit anderen siehe Quelle, (Th. Müller, Bautechn. Bd. 10, S. 725.)

Sb.

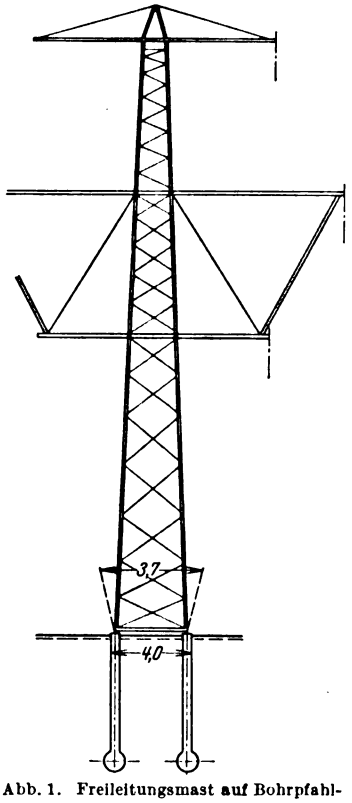


Abb. 1. Freileitungsmast auf Bohrpfahlfundierung.

Apparate.

Hochleistungs-Netzsicherungen der AEG. — Infolge der ständig anwachsenden Kurzschlußleistungen der Netze genügen die bisher fast ausschließlich verwendeten Streifensicherungen bzw. Griffsicherungen mit eingesetzten offenen Schmelzeinsätzen nicht mehr, weil diese Ausführungen die auftretenden Abschaltleistungen nicht mehr beherrschen und daher Betriebstörungen herbeiführen. Zur Beseitigung dieser Mängel und zur Erhöhung der Betriebsicherheit der Niederspannungsnetze wurden von der AEG geschlossene Schmelzsicherungen entwickelt, die durch ihre Strom-Zeit-Charakteristik und hohe Abschaltleistung den verschiedenartigsten Betriebsbedingungen weitgehend Rechnung tragen (Abb. 2).

Für offene Wechselstrom- oder Drehstromnetze mit geringen Stoßbelastungen und schnellwirkendem Hochspannungschutz bzw. für Gleichstromnetze mit ähnlichen Betriebsverhältnissen sind die Hochleistungs-Netzsicherungen Typ N mit unverzögerter Abschaltcharakteristik bestimmt.

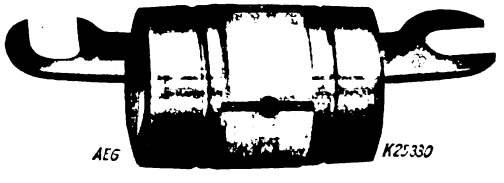
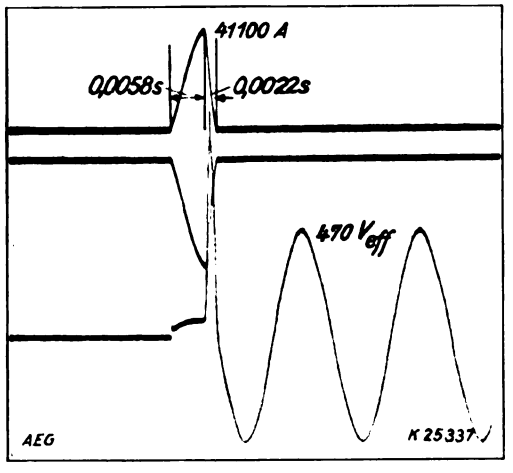


Abb. 2. Hochleistungs-Netzsicherung.

Der Typ NK mit kurzverzögerter Abschaltcharakteristik und verminderten Eigenverlusten eignet sich zum Einbau in offene Netze mit stärkeren Belastungsschwankungen und kurzzeitig auftretenden Stoßbelastungen.



Kurzschlußstrom: 41 100 A Schmelzzeit: 0,0058 s
Netzspannung: 470 V_{eff} Lichtbogenzeit: 0,0022 s

Abb. 3. Abschaltvorgang in einer NT-Hochleistungsicherung bei Kurzschluß in einem Wechselstromkreis.

In vermaschten Wechsel- oder Drehstromnetzen gewährleistet die verzögerte Abschaltcharakteristik der NT-Hochleistungsicherung selektives Abtrennen gestörter Maschenteile aus dem Maschenverband.

Die Hochleistungs-Netzsicherungen werden für 500 V Betriebspannung hergestellt. Sie besitzen hohe Kurzschlußfestigkeit und lassen sich ohne Schwierigkeiten in vorhandene Kabelkasten und Griffsicherungen einsetzen. Das Stichmaß (Mittenabstand der Maulöffnungen) beträgt 110 bzw. 125 mm; der keramische Körper hat einen Durchmesser von 45 mm für die Nennstromstärken von

Digitized by Google

80 ··· 250 A und von 59 mm für Nennströme über 300 A. Ein abspringender Unterbrechungsmelder läßt den Zustand der eingebauten Sicherungen jederzeit leicht und deutlich erkennen. Die Kurzschlußuntersuchungen, welche mit Hochleistungs-Netzsicherungen in Gleichstromanlagen mit 230, 460 und 500 V Spannung und in Wechselstromkreisen mit 380, 470 und 520 V_{eff} Betriebspannung durchgeführt wurden, lieferten einwandfreie Ergebnisse. Das Oszillogramm (Abb. 3) veranschaulicht den Abschaltvorgang in einer NT-Hochleistungsicherung bei Kurzschluß in einem Wechselstromkreis mit 470 V_{eff} wiederkehrender Spannung. Während des rasch verlaufenden Unterbrechungsvorganges treten außer dem Abspringen der Kennmarke nach außen hin keine Nebenerscheinungen auf. (AEG-Mitt. 1931, S. 601.) *fi*

Überspannungsableiter für Niederspannungsnetze. — Der außerordentlich hohe Sicherheitsgrad der Isolatoren in Niederspannungsnetzen stellt an die für derartige Anlagen vorzusehenden Überspannungsableiter insofern sehr große Anforderungen, als diese so gebaut sein müssen, daß dadurch die Scheitelwerte der Überspannungen nicht wie bei Hochspannungsanlagen auf nur 20 oder 10 %, sondern bis auf $^1/_{100}$ ihres Wertes zu vermindern sind, wenn der übrige Teil der Anlage wirksam geschützt sein soll. Abb. 4 stellt einen Ableiter nach diesen Forderungen dar. Die Hauptentladestrecke wird von 2 Elektroden gebildet, von denen die eine mit der Leitung zu verbindende die Form einer Röhre von verhältnismäßig großem Durchmesser hat. Die Gegenelektrode besteht aus einem kleinen, durch eine Halbkugel abgeschlossenen Ring, dessen Achse lotrecht zur Achse der äußeren Rohrelektrode liegt, durch einen konzentrisch zu letzterer angeordneten Zylinder aus unverbrennlichem Isolierstoff hindurchgeführt und mit einem geerdeten Metallzylinder verbunden ist. Der Abstand zwischen beiden Elektroden wird durch kragenartige Ansätze am Isolierzylinder gewahrt. Das Löschen des Entladelichtbogens erfolgt elektrodynamisch durch 2 außen auf die Rohrelektrode konzentrisch gewickelte Blasspulen, deren Vereinigungspunkt mit der Rohrelektrode verbunden ist und die so geschaltet sind, daß ihr magnetisches Feld im wesentlichen Phasengleichheit mit dem Lichtbogenstrom hat. Der Entladelichtbogen bildet sich zwischen der Halbkugel der inneren und der Wandung der äußeren Rohrelektrode und wird unverzüglich durch die Axialkomponente des magnetischen Feldes weggeblasen. Trotzdem der Gesamtdurchmesser des Ableiters nur 12 cm beträgt, ist es möglich geworden, eine einwandfreie Abschaltung bis zu 400 A bei 380 V zu erreichen. Der geringste Abstand zwischen den Elektroden sollte nicht unter 1 mm betragen. Da diese Schlagweite einer Funkenspannung von etwa 3500 V entspricht, mußte ein weiterer Kunstgriff angewendet werden, um auch geringere für das Netz schädliche Überspannungen mit Sicherheit ableiten zu können. Zu diesem Zwecke wurde gemäß Abb. 5 ein Hochfrequenz-Schwingungskreis vorgesehen. Die Spule *3* ist magnetisch mit einer Spule *4* wesentlich höherer Windungszahl gekoppelt, die in Reihe mit den Kondensatoren *5* und *7* und der Hauptfunkenstrecke liegt. Eine Überspannung von solcher Höhe, daß sie die Hauptentladestrecke des Ableiters noch nicht zum Ansprechen bringen würde, erregt den Schwingungskreis, wobei durch den aus *3* und *4* gebildeten Hochfrequenz-Transformator eine Spannungsvervielfachung stattfindet, infolge deren auch die Hauptfunkenstrecke durchschlagen und der Ableiter zum Ansprechen gebracht wird. Mit dem beschriebenen Ableiter konnte eine Verachtfachung der Spannung herbeigeführt werden, so daß die Hauptfunkenstrecke bereits bei Spannungen in der Größenordnung von 500 V ansprach.

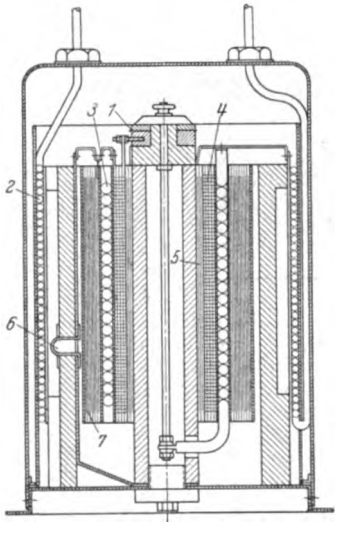


Abb. 4. Neuer Überspannungsableiter für Niederspannungsnetze.

Zu Abb. 4 u. 5.

1 Hilfsfunkenstrecke
2 Blasspulen
3, *4* Hilfspulen
5, *7* Kondensatoren
6 Hauptfunkenstrecke

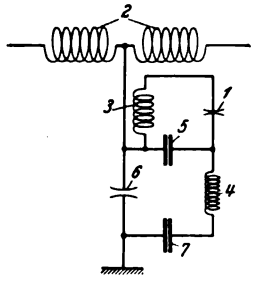


Abb. 5. Schaltung des Überspannungsableiters.

Die Erregung von Überspannungen in einem Schutzapparat, der zur Ableitung solcher aus dem Netz dienen soll, könnte bedenklich erscheinen. Indessen lassen sich diese Erregerspannungen durch geeignete Wahl der Eigenfrequenz der Schwingungskreise in der Weise beherrschen, daß die Hauptfunkenstrecke bereits zum Ansprechen gekommen ist, ehe eine gefährliche Überspannung in das Netz gelangt. Die Abb. 5 läßt weiter die auf ein Isolierrohr gewickelten Kondensatoren *5* und *7* sowie die Spulen *3* und *4* erkennen. Am oberen Ende des Mittelrohrs ist die Hilfsfunkenstrecke in der Form Spitze gegen Platte vorgesehen. Der ganze Apparat ist in einem staub- und wasserdichten Gehäuse mit 2 Klemmen zum Anschluß an die Leitung und einer Erdverbindung untergebracht. Das Gewicht eines Ableiters für eine normale Freiluftinstallation bis 25 A beträgt etwa 3,5 kg bei 16 cm Höhe und 12 cm Dmr. (M. Teszner, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 1 [5. Serie], S. 405.) *O. N.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Meßeinrichtung für den Wirk- oder Blindverbrauch. — Mit den bisher bekannten Meßeinrichtungen war in den seltensten Fällen eine einwandfreie Messung der Verbrauchswerte dann zu erzielen, wenn der zu messende Verbrauchswert bei entsprechender Phasenverschiebung sehr klein wurde im Verhältnis zum anderen. Vorliegende Einrichtung schafft Abhilfe[1]. Durch eine Subtraktions- oder Summationseinrichtung werden die Drehmomente oder Drehzahlen zweier Meßsysteme verschiedener innerer Abgleichung algebraisch summiert. Wenigstens das Drehmoment oder die Drehzahl eines der beiden Zählersysteme muß sowohl dem Wirk- wie dem Blindverbrauch proportionale Anteile erhalten; die Drehzahlen, Drehmomente oder die Übersetzungsverhältnisse der Verbindungsgetriebe sind derart abgeglichen, daß sich die dem Blind- bzw. Wirkverbrauch proportionalen Anteile aufheben.

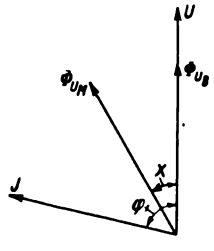


Abb. 6.

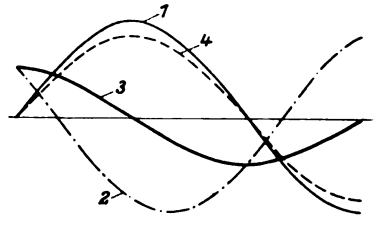


Abb. 7.

In Abb. 6 sind die Verhältnisse bei einer großen Phasenverschiebung dargestellt. Zur Messung des Wirkverbrauches werden ein Blind- und ein Mischverbrauchzähler verwendet. Beide arbeiten auf ein gemeinsames Zählwerk. Die Wirkungsweise der Einrichtung ist in Abb. 7 erläutert. Die Drehzahl des Blindverbrauchläufers ist dem Produkt

$$U\,I \sin (180 - \varphi), \qquad (1)$$

die des Mischverbrauchzählers

$$U\,I \sin (30 - \varphi) \qquad (2)$$

proportional. Dieses Produkt läßt sich in seine algebraische Summe

$$\frac{1}{2}\,U\,I \cos \varphi - \frac{\sqrt{3}}{2}\,U\,I \sin \varphi \qquad (3)$$

zerlegen. Der erste Summand ist durch Kurve *3*, der zweite Summand durch Kurve *4* dargestellt. Wird nun die Übersetzung zwischen dem Triebwerk des Blindverbrauchzählers und dem ihm zugeordneten Sonnenrad des Planetengetriebes $\sqrt{3}/_2$mal größer gewählt als die zwischen

[1] Hersteller: Siemens & Halske AG., Berlin-Siemensstadt.

Digitized by Google

dem Triebwerk des Mischverbrauchzählers und dessen Sonnenrad, so heben sich die Sinusglieder der Gl. (1) und (3) in bezug auf die Kreuzwelle auf. Das Zählwerk zeigt proportional $\frac{1}{2} I \cos\varphi$ (Kurve 3, Abb. 7); es kann also in Kilowattstunden geeicht werden.

Statt die Zähler über ein Planetengetriebe auf das Zählwerk wirken zu lassen, kann man auch die Zähleranker auf einer Welle anordnen. Das resultierende Drehmoment wird durch die Wahl der Amperewindungen oder andere Mittel zur Beeinflussung des Drehmomentes dem Wirkverbrauch proportional gemacht. Im vorliegenden Fall wären die Nenndrehmomente entsprechend dem Verhältnis $\sqrt{3/2} : 1$ zu wählen

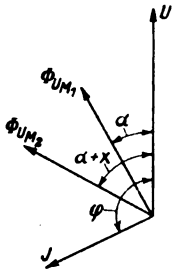


Abb. 8.

In derselben Weise kann der Blindverbrauch bei kleiner Phasenverschiebung gemessen werden. Man nimmt dazu einen Wirk- und einen Mischverbrauchzähler. Die Triebfelder des letzteren sind zweckmäßig um 60° verschoben. Wie nachstehend beschrieben, läßt sich auch der Scheinverbrauch genau messen. Strom I eilt der Spannung U um den Winkel φ nach (Abb. 8). Der Mischverbrauch erreicht bei einer Verschiebung von α_0 seinen Höchstwert. Zur Messung verwendet man 2 Mischverbrauchzähler, von denen der eine so abgeglichen sein muß, daß sein Spannungstriebfluß Φ_{UM_1} um α_0 gegen die Spannung U verschoben ist, also etwa senkrecht auf I steht. Der Spannungstriebfluß Φ_{UM_2} des zweiten Mischverbrauchzählers ist wie in den vorher erwähnten Fällen gegen den Spannungstriebfluß Φ_{UM_1} des ersten Mischverbrauchzählers um den Winkel χ verschoben (in Abb. 6 und 8 steht x statt χ), d. h. seine Verschiebung gegenüber Spannung U ist $\alpha + \chi$. Die innere Abgleichung der Meßsysteme ist also um α_0 gegen die innere Abgleichung, wie sie bei den in dem Diagramm nach Abb. 6 dargestellten Verhältnissen verwendet werden, verschoben. — Alle beschriebenen Meßeinrichtungen beziehen sich in gleicher Weise auf Ein- wie auf Mehrphasenzähler. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Berliner Wannseebahn. — Am 17. XII. v. J. fand eine Besichtigung der Neu- und Umbauten aus Anlaß der Elektrisierung[1] statt. Hierbei sprachen die Reichsbahnoberbauräte Dr.-Ing. Remy und Schieb über „Stand und Ziel der Wannseebahn-Elektrisierung". Die Wannseebahn in gegenwärtiger Linienführung wurde 1891 als erste selbständige Vorortbahn in Berlin eröffnet. Der Verkehr betrug auf ihr im Jahre 1913: 43,2 Mill Fahrten und fiel bis zum Jahre 1930 um nahezu 35 %, da ihre Verkehrseinrichtungen neuzeitlichen Anforderungen des Publikums, insbesondere in der Beförderung nach der Innenstadt nicht mehr entsprachen. Diesem Mangel werden die Elektrisierung und der neue Umsteigebahnhof Schöneberg abhelfen. Die Fahrzeiten nach Zoo, Friedrichstraße werden um 30 ··· 40 % gesenkt. Die Ausgaben für die Elektrisierung werden sich auf etwa 23 Mill RM belaufen. Von diesen entfallen u. a. auf die Sicherungs- und Fernmeldeleitungen und die Signalanlagen 1,1 Mill RM, auf die elektrischen Anlagen 3,8 Mill RM, auf die Fahrzeuge 8 Mill RM. Wie schon erwähnt, werden die 3 Abschnitte der Stromschiene aus drei Gleichrichterwerken gespeist (Abb. 9), von denen „Lichterfelde-West" neu ist. Die dortigen 3 Gleichrichter von je 2400 kW Dauer- und 4800 kW Spitzenleistung erhalten gesteuerte Gitter, die dazu dienen sollen, im Falle von Rückzündungen oder beim Auftreten von Kurzschlüssen in der Stromschienenanlage die Gleichrichter augenblicklich selbsttätig zu löschen und auf diese Weise die Leistungs- und Streckenschalter zu entlasten. Die Transformatoren stehen im Freien. Die Leistungschalter sind Expansionsschalter, so daß im Gebäude keine Apparate mit größeren Ölmengen vorhanden sind. Das Werk wird vom Unterwerk Ebersstraße aus ferngesteuert. Die elektrischen Einrichtungen werden nur täglich einmal von einem Personal nachgeprüft werden. Am Zusammenstoß der Speiseabschnitte der Gleichrichterwerke und an den Enden der Speiseabschnitte sind die Stromschienen über Höchststromschalter betriebsmäßig längs und quer verbunden. Die Schalter dieser Kuppelstellen lösen bei Störungen in der Stromschienenanlage selbsttätig aus, so daß nur immer ein verhältnismäßig kleiner Abschnitt der Stromschienenanlage von einer etwaigen Störung betroffen wird, und werden von den Gleichrichterwerken Ebersstraße und Nikolassee ferngesteuert. Der Aufbau der rd. 75 km langen Stromschiene ist gegenüber der bisherigen Ausführung dahin geändert worden, daß die Isolation an die Außenseite der Stromschiene verlegt wurde. Es ist damit eine glatte und ununterbrochene Durchführung des Holzschutzes ermöglicht und die Isolatoren sind besser gegen Beschädigung durch schadhafte Stromabnehmer geschützt. Die neuen 102 Wagen werden ein glattes und gefälligeres Äußere dadurch haben, daß die Bekleidungsbleche an das Kastengerippe nicht angenietet, sondern angeschweißt werden. Zur besseren Durchlüftung sind die Fenster tiefer herablaßbar gemacht worden als bei den Stadtbahnwagen. Die Türen sind aus Leichtmetall gefertigt, die leichter zu bewegen und weniger Witterungseinflüssen unterworfen sind als Holztüren. Die elektrische Heizung erhält selbsttätige Regelung in Abhängigkeit von der Innentemperatur des Wagens, um gegenwärtigen Klagen über ungenügend geheizte oder überheizte Wagen zu begegnen. Zu Änderungen in der Betätigung der Luftdruckbremse und des Motorschaltwerks wird auf unten angeführte Notiz verwiesen.

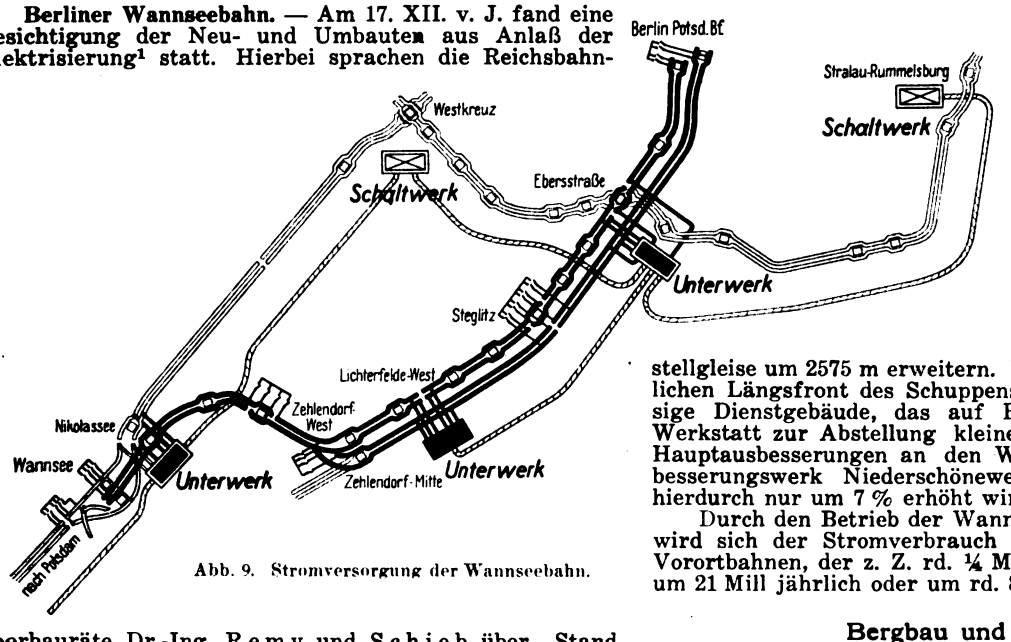


Abb. 9. Stromversorgung der Wannseebahn.

Im Abstellbahnhof Wannsee beträgt die nutzbare Länge der Abstellgleise 2230 m, von denen 4 · 150 m auf die Schuppengleise entfallen. Letztere haben auf ihre ganze Länge Arbeitsgruben mit elektrischer Beleuchtung und Warmwasserheizung. Der Schuppen läßt sich verdoppeln, die nutzbare Länge der Aufstellgleise um 2575 m erweitern. Unmittelbar an der nördlichen Längsfront des Schuppens steht das mehrgeschossige Dienstgebäude, das auf Bodengleiche eine kleine Werkstatt zur Abstellung kleiner Schäden enthält. Die Hauptausbesserungen an den Wagen erfolgen im Ausbesserungswerk Niederschöneweide, dessen Wagenpark hierdurch nur um 7 % erhöht wird.

Durch den Betrieb der Wannseebahn und Stammbahn wird sich der Stromverbrauch der Berliner Stadt- und Vorortbahnen, der z. Z. rd. ¼ Mrd kWh im Jahr beträgt, um 21 Mill jährlich oder um rd. 8 % erhöhen. *Pge.*

Bergbau und Hütte.

Verwendung von elektrischen Überhaubohrmaschinen im Steinkohlen- und Kalibergbau. — Bei der bisherigen Verwendung von Sprengstoffen für die Herstellung von Überhauen in der Steinkohle bestand immer die Gefahr, Schlagwetter und Kohlenstaub zu zünden. Das Sprengen besaß auch die Nachteile, daß das Nebengestein gelockert und damit die Stein- und Kohlenfallgefahr erhöht wurde. Das bedingte wiederum einen verstärkten Ausbau. Um diese Gefahren und Nachteile zu vermeiden, ging man dazu über, für die Herstellung von Aufhauen Maschinen zu Hilfe zu nehmen, die es ermöglichten, zwei Teilsohlen schnell und gefahrlos durch größere Bohrlöcher

[1] ETZ 1932, S. 1205.

Digitized by Google

in der Kohle miteinander zu verbinden. Auf diese Weise ist infolge des durchgehenden Wetterzuges die Schlagwettergefahr sozusagen beseitigt. Sodann werden die Vorrichtungsarbeiten möglichst eingeschränkt. Bei der Erweiterung des Bohrloches von oben nach unten ist die Gefahr durch Stein- und Kohlenfall bedeutend geringer. Auch ist eine Absturzgefahr fast ganz ausgeschlossen. Ferner werden durch die erhebliche Verkürzung der Auffahrtzeit die Gefahren eingeschränkt. Der schnelle Verhieb bringt weiter eine Schonung des Nebengesteins und vor allen Dingen eine Verminderung der Unterhaltungskosten für das Aufhauen mit sich. Nach dem vorherigen Durchbohren erfordern die Überhauen durchweg die Hälfte an Zeit und Kosten gegenüber solchen Überhauen ohne Wetterloch.

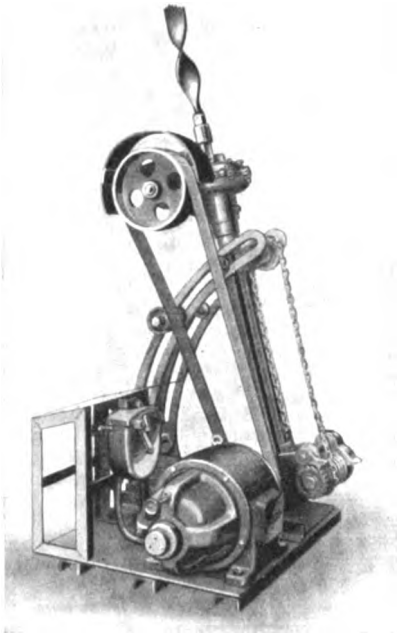


Abb. 10. Elektrische Überhaubohrmaschine.

Eine der im Bergbau wohl am meisten gebrauchten Überhaubohrmaschinen ist die der Maschinenfabrik Heinrich Korfmann jr., Witten (Ruhr) (Abb. 10). Die Maschine, die drehend arbeitet, ist in ihrer Anwendung und Wirkung den elektrischen Handdrehbohrmaschinen ähnlich, nur sind die Abmessungen für Bohrer und Gestänge entsprechend den größeren Lochweiten stärker. Der Antrieb der Maschine erfolgt durch einen Motor von 10 PS Leistung mit 1500 U/min, der mit einer Einrichtung zur Umsteuerung für den Rechts- und Linkslauf der Bohrspindel eingerichtet ist, da die Gestängestücke (der Hub der Bohrspindel ist für 0,5 m lange Gestängeteilung berechnet) mit Gewindezapfen versehen sind, welche nur durch Linkslauf der Bohrspindel gelöst werden können.

Der Antrieb der Bohrspindel erfolgt vom Motor aus durch Riemen mit Schneckenrad und Schnecke unter Verwendung einer Spannrolle. Mit solchen Maschinen kann man je nach der Härte der Kohle und der Weite des Bohrloches Leistungen bis zu mehreren Metern stündlich erzielen. So wurden nach Schantz in weicher Kohle bei einem Flözeinfallen von 85 ° mit einer 275 mm-Bohrkrone reine Bohrleistungen von 12,5 m/h erzielt. Seit einiger Zeit ist die Überhaubohrmaschine auch im Kalibergbau mit gutem Erfolg zur Anwendung gekommen. Man ist in der Lage, mit der Maschine im Salz Bohrlöcher bis zu 30 m Länge und einem Durchmesser von etwa 20 ··· 25 cm in einem Gange herzustellen. Der Bohrfortschritt beträgt bei 2 Mann Bedienung etwa 4 m/h. Das mit der Maschine gebohrte Loch dient als Wetterverbindung. Es wird als Einbruch verwendet und durch Schießarbeit auf den Querschnitt erweitert, der für Überhauen oder Rollöcher jeweils erforderlich ist. Für die Arbeit war hier bisher das sog. Kanonenrohrschießen üblich. Die Herstellung des Kanonenrohrs verlangte eine zeitraubende Bohrarbeit mit vielen Bohrlöchern und großem Sprengstoffverbrauch. Gegenüber dem bisherigen Verfahren zur Herstellung von Überhauen bedeutet das neue Verfahren mit Verwendung der Überhaubohrmaschine einen wesentlichen Fortschritt im Kalibergbau. (Schantz, Glückauf Bd. 64, S. 881 u. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. Bd. 79, S. B 57.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Das staatliche Fernsprechwesen in Dänemark 1931/1932. — Das staatliche Fernsprechnetz in Dänemark, das die Anlagen für den Fernverkehr und nur in Südjütland auch die Ortsfernsprechnetze umfaßt, entwickelte sich im Berichtsjahre wie folgt:

Staatliche Anlagen	31. III. 1932	31. III. 1931
Linienlänge . . . . . km	8 867	8 764
Drahtlänge		
der Fernleitungen . . . . . „	80 475	52 525
der Ortsleitungen . . . . . „	45 381	45 986
Gesamtdrahtlänge . . . . . „	125 856	98 511

Im Jahre 1931/32 entfielen auf:

	Drahtlänge d. Freileitgn. %	Aderlänge der Erdkabel %	Aderlänge der Seekabel %
Fernleitungsnetz	47,5	46,3	6.2
staatliche Ortsnetze . . .	44,0	55,8	0,2

Die Gesamtzahl der staatlichen Sprechstellen belief sich am Schluß des Berichtsjahres auf 16 440 (Vorjahr 15 040). Hiervon entfallen etwa 12 100 auf Südjütland. Von den Sprechstellen sind 73,5 % gegen 72,8 % im Jahre vorher Hauptanschlüsse. Die Erhöhung der Zahl der Sprechstellen ist auf die Übernahme des Ortsnetzes von Möen (1600 Sprechstellen) durch den Staat zurückzuführen. Von den 183 staatlichen Vermittlungstellen sind 180 mit Telegraphenanstalten vereinigt; 98 der gesamten staatlichen Vermittlungstellen entfallen auf die Ortsnetze in Südjütland. Ferner sind in Südjütland 47 nichtstaatliche Fernsprech-Vermittlungstellen vorhanden.

Den Umfang des Sprechverkehrs zeigt nachstehende Übersicht:

in Tausend

	Orts- und Nachbarortsgespräche	Inlands-ferngespräche	Auslandsgespräche nach dem Ausland	Auslandsgespräche vom Ausland	Ferngespräche zusammen	Insgesamt Gespräche
1931/32	15 903	2696	410	432	3538	19 441
1930/31	15 679	2644	388	435	3467	19 146

Im Berichtsjahr stieg die Zahl der Orts- und Vorortsgespräche um 1,4 %, die Gesamtzahl der Ferngespräche um 2 %, die Zahl der Inlands-Ferngespräche um 1,5 % und die der Gespräche nach dem Ausland um 5,7 %, dagegen sank die Zahl der Gespräche aus dem Ausland um 0,7 % gegen das Vorjahr. Die Zunahme der Inlands-Ferngespräche trotz schlechter Wirtschaftslage führt die Verwaltung auf die am 1. X. 1931 in Kraft getretene Gebührenermäßigung zurück. Von der Gesamtzahl der Ferngespräche entfallen 76,2 % auf den Inlandsverkehr, 11,6 % auf den Verkehr nach dem Ausland und 12,2 % auf den Verkehr aus dem Ausland. Im Vergleich mit dem Durchschnitt des Verkehrs in den Jahren 1910/11 ··· 1914/15 stieg der Fernverkehr wie folgt an: die Gesamtzahl der Ferngespräche um 183,0 %, der Inlands-Fernverkehr ohne Berücksichtigung Südjütlands um 101,0 %, der Verkehr nach dem Ausland um 210,6 % und der Verkehr aus dem Ausland um 251,2 %.

Von den Ferngesprächen wurden geführt zu

	voller Gebühr %	ermäßigter Gebühr %
1931/32	73,8	26,2
1930/31	73 9	26,1

Die Zahl der Gespräche zur vollen Gebühr ist um 1,8 %, die Zahl der zu ermäßigter Gebühr geführten Gespräche ist um 2,3 % angewachsen. Von dem Auslands-Sprechverkehr entfallen 82,9 % (im Vorjahr 85 %) auf den Verkehr mit den beiden Nachbarländern Schweden und Deutschland. Der Verkehr mit Deutschland war etwas abgeschwächt, der mit Großbritannien etwas stärker als im Vorjahr; der Verkehr mit den Niederlanden und Frankreich wies eine verhältnismäßig große Steigerung auf. Mit Ausnahme des Verkehrs aus dem Ausland, der um 0,7 % zurückging, nahm der gesamte Verkehr zu.

Die Zahl der über Fernsprechleitungen von und nach dem Ausland beförderten Bildtelegramme betrug im letzten Jahre 406 Stück, davon 38 zu ermäßigter Gebühr.

Von den Gesamteinnahmen der dänischen Post- und Telegraphenverwaltung entfielen im Berichtsjahr

Digitized by Google

5 245 000 Kr (Vorjahr 5 354 000) oder 8,6 % auf Einnahmen aus dem Sprechverkehr. Infolge Senkung der Gehälter und Löhne betrug die Mindereinnahme beim Telegraphen- und Fernsprechwesen nur 684 000 Kr gegen 1 141 000 Kr im Jahre vorher. (Geschäftsbericht 1931/32 der dänischen Post- und Telegraphenverwaltung.) *Gth.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*.

(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG., Weimar	Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben[1]	Thüringische Elektrizitäts- und Gas-Werke AG., Apolda[1]	Elektrizitäts-AG. Mitteldeutschland, Kassel	Jenaer Elektrizitätswerke AG., Jena	Groß-Kraftwerk Erfurt AG., Erfurt	Altenburger Land-Kraftwerke AG., Altenburg	Stromversorgungs AG. Oldenburg-Ostfriesland, Oldenburg	Hamburgische Electricitätswerke AG.[1]
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung	Überlandwerk überwiegend Landwirtschaft	Überland-Elt.- und Gasversorgung	Überlandversorgung überwiegend Landwirtschaft	Mittelstadt und Umgebung sowie Straßenbahn	Versorgung von zwei Großabnehmern	Überlandversorgung[1]	Überlandversorgung	Großstadtversorgung und Fernheizwerk
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	**0** *0*	**5 320** *5 320*	**3 150** *3 150*	**2 339** *2 330*	**520** *520*	**30 000** *27 800*	**2 074** *2 824*	**368** *368*	**225 180** *224 580*
II. Strommengen	10^3 kWh									
a) Eigenerzeugung	„	**0** *0*	**7 032** *8 576*	**45** *61*	**763** *623*	**682** *534*	**49 146** *53 451*	**0** *0*	**17** *45*	**436 620** *460 124*
b) Bezug	„	**113 612** *109 436*	**13 981** *14 602*	**5 168** *5 468*	**78 717** *78 474*	**10 137** *10 874*	**0** *12*	**12 157** *12 736*	**14 106** *15 030*	**6 179** *9 209*
c) Gesamtmenge	„	**113 612** *109 436*	**21 013** *23 178*	**5 213** *5 529*	**79 480** *79 097*	**10 819** *11 408*	**49 146** *53 463*	**12 157** *12 736*	**14 123** *15 075*	**442 799** *469 333*
III. Nutzbare Abgabe	„	**111 025** *105 704*	**16 738** *20 006*	**4 690** *4 772*	**69 894** *70 788*	**8 536** *10 639*	**45 855** *50 243*	**10 481** *11 208*	**11 867** *13 127*	**370 042** *391 717*
B Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	**28**[1] *28*[1]	**3 421** *3 464*	**5 759**[2] *5 712*[2]	**5 595**[1] *5 406*	**1 988** *1 885*	**3 673** *3 643*	**1 349** *413*	**815**[1]	**210 031**[2] *203 730*[2]
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	**8 395** *7 696*	**10 000** *9 789*		**19 677** *18 564*	**7 018**[1] *6 961*[1]		**2 966** *1 980*	**9 906**[2]	
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	**184** *70*	**53** *3*	— —	**306** *219*	**3** —	**5** —	— —		**431** *2 031*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	**6** *0*	**0** *0*	**0** *0*	**450** *499*	**0** *0*	— —	**42** *74*	**205**	**0** *0*
Summe I	„	**8 613** *7 794*	**13 474** *13 256*	**5 759** *5 712*	**26 028** *24 688*	**9 009** *8 846*	**3 678** *3 643*	**4 357** *2 467*	**10 926**	**210 462** *205 761*
Jahresunterschied	„ %	**+ 819** *+ 10,5*	**+ 218** *+ 1,6*	**+ 47** *+ 0,8*	**+ 1 340** *+ 5,4*	**+ 163** *+ 1,8*	**+ 35** *+ 1*			**+ 4 701** *+ 2,3*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**149** *34*	— —	**1 813** *1 818*	**3 603** *3 601*	— —	— —	**2** —	**438**	**501** *415*
III. Umlaufsvermögen	10^3									
1. Vorräte	RM	**23** *31*	**250** *278*	**95** *115*	**570** *893*	**162** *131*	**135** *150*	**65** *36*	**357**	**1 155** *1 657*
2. Eigene Aktien	„	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	—	—
b) an sonstige Schuldner	„	**970** *1 497*	**3 768** *3 775*	**1 317** *1 278*	**5 013**[2] *6 351*[2]	**494** *438*	**208** *258*	**483** *442*	**5 964**[3]	**11 811**[3] *13 575*[3]
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse)	„	**517** *259*	**18** *12*	**256** *8*	**1 099** *756*	**258** *297*	**283** *211*	**17** *2*	**56**	**6 229** *3 340*
Summe III	„	**1 510** *1 787*	**4 036** *4 065*	**1 668** *1 401*	**6 682** *8 000*	**914** *866*	**626** *619*	**565** *480*	**6 377**	**19 195** *18 572*
Jahresunterschied	„ %	**— 277** *— 15,5*	**— 29** *— 0,7*	**+ 267** *+ 19*	**— 1 318** *— 16,5*	**+ 48** *+ 5,5*	**+ 7** *+ 1,1*			**+ 623** *+ 3,4*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**10 270** *9 614*	**17 509** *17 321*	**9 240** *8 931*	**36 313** *36 290*	**9 924** *9 712*	**4 303** *4 262*	**4 922** *2 947*	**17 743**	**230 158** *224 748*
b) Passiva										
I. Grundkapital	„	**8 000** *8 000*	**6 960** *6 960*	**3 608**[3] *3 608*[3]	**28 000**[3] *28 000*[3]	**4 500** *4 500*	**3 850** *3 850*	**2 500**[3] *1 500*	**10 000**	**89 000**[4] *89 000*[4]
II. Reservefonds	„	**82** *64*	**1 626** *1 626*	**761** *761*	**2 975** *2 975*	**499** *338*		**100** *41*	**359**	**13 546** *13 441*
III. Rückstellungen	„	— —	**7 104** *6 581*	**3 588** *3 231*	**693** *217*	**470** —	**63** *52*	**1 467** *836*	**209**	**4 362** *4 262*
IV. Wertberichtigungsposten	„	**980** *774*	**100** *97*		**1 942** *922*	**3 396** *3 204*			**635**	**60 000** *50 500*
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	— —	— —	— —		**195** —	—	— —
2. aus Anleihen	„		**117** *346*	**19** *88*	**997** *1 193*	**135** *135*	**176** *136*	**39** *40*	**14**	**34 853** *36 219*
3. Sonstige	„	**858** *428*	**909** *936*	**984** *919*	**946** *1 759*	**367** *868*		**412** *402*	**6 203**	**20 461**[5] *15 871*[5]
Summe V	„	**858** *428*	**1 026** *1 282*	**1 003** *1 007*	**1 943** *2 952*	**502** *1 003*	**176** *136*	**646** *442*	**6217**	**55 314** *52 090*
Jahresunterschied	„ %	**+ 430** *+ 100,5*	**— 256** *— 20*	**— 4** *— 0,4*	**— 1 009** *— 34,2*	**— 501** *— 50*	**+ 40** *+ 29,4*			**+ 3 224** *+ 6,2*
VI. Reingewinn	10^3 RM	**350**	**693**	**281**	**761**	**558**	**214**	**209**	**323**	**7 936**
Dividende	%	*4*	*8,5*	*7,5*[4]	*3*	*10*	*5*	*7,5*	*3*	*8,5*
	10^3 RM	*348*	*775*	*323*	*1 224*	*667*	*225*	*128*		*15 456*
	%	*4*	*9,5*	*8,5*[4]	*5*	*12*	*5*	*8*		*10*
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**10 270** *9 614*	**17 509** *17 321*	**9 240** *8 931*	**36 313** *36 290*	**9 924** *9 712*	**4 303** *4 262*	**4 922** *2 947*	**17 743**	**230 158** *224 748*

* Vgl. ETZ 1932, S. 1113.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG., Weimar	Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben[1]	Thüringische Elektrizitäts- und Gas-Werke AG., Apolda[1]	Elektrizitäts-AG. Mitteldeutschland, Kassel	Jenaer Elektrizitätswerke AG., Jena	Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt	Altenburger Land-Kraftwerke-AG., Altenburg	Stromversorgungs-AG. Oldenburg-Ostfriesland, Oldenburg	Hamburgische Electricitätswerke AG.[1]
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung	Überlandwerk überwiegend Landwirtschaft	Überland-Elt.- und Gasversorgung	Überlandversorgung überwiegend Landwirtschaft	Mittelstadt und Umgebung sowie Straßenbahn	Versorgung von zwei Großabnehmern	Überlandversorgung[1]	Überlandversorgung	Großstadtversorgung und Fernheizwerk
C Gewinn- und Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für	10^3 RM									
1. Betrieb	„	269 222	2 055 2 957[2]	1 465[5] 1 560[5]	514 497	995 1 158	1 152 1 503	1 200 994	476	11 257 12 561
2. Sonstiges	„	235[2] 262[2]	485[3] —	— 25	1 370[4] 948[4]	470 528	85 102		70	10 820[6] 9 309[6]
II. Abschreibungen	„	215 193	904 910	402 456	1 188 970	386 395	270 245	270 150	551	9 500 9 500
III. Zinsen	„	71[3] —	— —	10 9	— 71	5 —	— —	21 —	519	2 527 2 616
IV. Steuern	„		— —	— —	463 468	394 406	— —	168 83	121	4 738 4 983
Summe a	„	790 677	3 444 3 867	1 877 2 050	3 535 2 954	2 250 2 487	1 506 1 849	1 659 1 227	1 737	38 842 38 969
Jahresunterschied	„ %	+ 113 + 16,7	— 423 — 10,9	— 173 — 8,4	+ 581 + 19,7	— 237 — 9,5	— 343 — 18,6			— 127 — 0,3
V. Reingewinn (+)	10^3 RM	350 349	693 775	281 323	761 1 224	558 667	214 225	209 128	323	7 936 15 456
Jahresunterschied	„ %	+ 1 + 0,3	— 82 — 10,6	— 42 — 13	— 463 — 37,8	— 109 — 16,4	— 11 — 4,9			— 7 520 — 48,7
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	1 140 1 024	4 136 4 642	2 157 2 374	4 295 4 176	2 808 3 154	1 720 2 074	1 868 1 355	2 060	46 776 54 425
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	„		3 367 4 642[4]			2 238 2 504				
2. Installationen	„	1 130 1 009	486 —[4]	2 140 2 332	4 233[5] 4 176[5]		1 700 2 061	1 864 1 352	2 048	46 490[7] 53 992[7]
3. Sonstigem	„					494[3] 578[2]				
Summe I	„	1 130 1 009	3 853 4 642	2 140 2 332	4 233 4 176	2 732 3 082	1 700 2 061	1 864 1 352	2 048	46 490 53 992
Jahresunterschied	„ %	+ 121 + 12	— 789 — 17	— 182 — 8	+ 57 + 1,4	— 350 — 11,4	— 361 — 17,5			— 7 502 — 13,9
II. Beteiligungen	10^3 RM	— —		— —	— —	— —	— —	— —	—	— —
III. Vortrag und Sonstiges	„	10 15	284 —	17 42	62 —	77 72	20 13	4 3	12	287 434
Summe b)	„	1 140 1 024	4 136 4 642	2 157 2 374	4 295 4 176	2 808 3 154	1 720 2 074	1 868 1 355	2 060	46 776 54 425
Jahresunterschied	„ %	+ 116 + 11,3	— 506 — 10,9	— 217 — 9,2	+ 119 + 2,9	— 346 — 11	— 354 — 17,1			— 7 649 — 14,1
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	1 140 1 024	4 136 4 642	2 157 2 374	4 295 4 176	2 808 3 154	1 720 2 074	1 868 1 355	2 060	46 776 54 425

Bemerkungen:

Zu I.

1 Die Summe gibt nur die Grundstückswerte an, da das Unternehmen keine Eigenerzeugungsanlagen besitzt.
2 In der Summe sind die Steuern mitenthalten.
3 In der Summe ist eine Kursdifferenz von 0,067 Mill RM enthalten.

Zu II.

1 Die Angaben beziehen sich auf die Zeiten vom 1. IV. 1931 bis 31. III. 1932 und 1. IV. 1930 bis 31. III. 1931.
2 Für das Jahr 1930/31 sind die Installationskosten nicht besonders gebucht.
3 Installationsunkosten.
4 Für das Jahr 1930/31 ist nur ein Posten gebucht.

Zu III.

1 Die Angaben beziehen sich auf die Zeiten vom 1. VII. 1931 bis 30. VI. 1932 und 1. VII. 1930 bis 30. VI. 1931.
2 Die Summe gibt die Anlagewerte aller Werke in eigener Verwaltung an.
3 3,6 Mill RM Stammaktien,
0,008 „ „ Vorzugsaktien.
4 Auf die Vorzugsaktien werden 6 (6) % Dividende verteilt.
5 Die Summe enthält Betriebsunkosten einschl. Generalunkosten, Steuern und Abgaben.

Zu IV.

1 In dieser Summe ist eine Wassergerechtsame im Werte von 10 000 RM enthalten.
2 In dieser Summe ist das noch nicht eingezahlte AK. in Höhe von 2,139 (3,139) Mill RM enthalten.
3 Davon noch nicht eingezahlt 2,139 (3,139) Mill RM.
4 In dieser Summe sind enthalten: 1,127 (0,869) Mill RM für Konzessionsgebühren und Abgaben.

Zu V.

1 Die Summe setzt sich zusammen aus:
5,174 (5,120) Mill RM für Licht- und Kraftnetz,
und 1,844 (1,841) „ „ „ die Straßenbahnanlagen.
2 Die Summe sind Fahreinnahmen der Straßenbahn.

Zu VII.

1 Die Zahlen der Jahre 1930 und 1931 sind miteinander nicht vergleichbar, da am 2. VI. 1931 die Fusion mit der Stromversorgung Altenburg AG. eintrat. Das Unternehmen gehört zum Konzern der Thüringer Gasgesellschaft.
2 Erhöhung des AK. infolge der Fusion.

Zu VIII.

1 Das Unternehmen arbeitet ohne eigene Erzeugungsanlagen.
2 Diese Summe enthält 3,869 Mill RM für Gasversorgungsanlagen.
3 In dieser Summe sind enthalten 4,391 Mill RM für Vertragsrechte.

Zu IX.

1 Die Angaben beziehen sich auf die Zeiten vom 1. VII. 1931 bis 30. VI. 1932 und 1. VII. 1930 bis 30. VI. 1931.
2 Die Gesamtanlagen einschl. des Fernheizwerkes sind in einer Summe gebucht.

Digitized by Google

[3] In dieser Summe ist ein Posten von 8,238 Mill RM für vorausbezahlte Abgaben enthalten.
[4] 88 Mill RM Stammkapital, 1 Mill Vorzugskapital.
[5] In dieser Summe sind enthalten:
Finanzdeputation für zu zahlende Abgabe 8,454 (2,418) Mill RM, Bankschuld 8,238 Mill RM.
[6] Dieser Posten setzt sich zusammen aus:
4,190 (4,470) Mill RM Verwaltungskosten,
6,380 (4,639) „ „ Konzessionsabgabe,
0,250 (0,200) „ „ Beamten- u. Arbeiter-Unterstützung.
[7] Dieser Posten ist gebucht als Betriebseinnahmen bzw. Überschüsse. *Trb.*

AUS LETZTER ZEIT.

Brandursache der „Atlantique". — Der kürzlich durch Brand völlig zerstörte französische Dampfer „Atlantique" sollte angeblich durch Kurzschluß Feuer gefangen haben. Eingehende Untersuchungen haben nun ergeben, daß infolge des hohen Seeganges an Bord viel Unordnung verursacht wurde. So ist im Speisesaal ein Flügel umgestürzt und sind in einer Kabine 32 daselbst aufgestapelte Matratzen durcheinandergeworfen und eine elektrische Tischleuchte heruntergerissen worden. Dieser Trubel wird dann auch, wie man begreiflicherweise vermutet, an der elektrischen Leitungsanlage Störungen veranlaßt haben.

Erweiterungen im Auricher Wiesmoor. — Ein umfangreiches Bauprogramm führen z. Z. die Norddeutschen Kraftwerke durch, denen auch die großen Anlagen in Wiesmoor gehören. Zu den jetzigen Anlagen, die etwa 34 000 m² umfassen, sollen noch 20 neue Gurkenhäuser gebaut werden, deren Flächeninhalt rd. 10 000 m² beträgt. Außerdem wird im Kraftwerk eine Gegendruckturbine aufgestellt. Diese Arbeiten erfordern einen Kostenaufwand von etwa 1 Mill RM. Ferner ist beabsichtigt, eine neue 20 000 V-Leitung als Ringleitung zwischen Aurich, Moordorf, Norden und Georgsheil zu bauen. Zwischen Loga und Emden soll eine 60 000 V-Doppelleitung gebaut werden. Die Hochdruckspannungs-Leitung im Gebiete der Stadt soll verkabelt werden. Für diese Arbeiten sind 0,5 Mill RM aufzuwenden.

Geplante Umorganisation der Landkraftwerke Leipzig AG, Kulkwitz. — Die Großaktionäre haben sich dahingehend geeinigt, daß die preußischen Anlagen der Gesellschaft (Leitungsnetz) über die Reichselektrowerke an die Landeselektrizität G. m. b. H., Halle, und die sächsischen Anlagen einschl. des Kraftwerkes und des Braunkohlenwerkes an die AG. Sächsische Werke verkauft werden u. zw. unter gleichzeitiger Auflösung der Leipziger Landkraftwerke. Letztere sollen nach erfolgter Aufteilung nur noch als Spitzenwerk dienen, insbesondere zur Dekkung der in den Wintermonaten auftretenden Belastungsspitzen.

Oberschwäbische Elektrizitätswerke, Biberach (Riss). — Am 9. I. 1933 fand in Hechingen die 26. Verbandsversammlung der Oberschwäbischen Elektrizitätswerke in Biberach/Riss statt. Anstatt der bisherigen Bezeichnung „Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke" führt der Zweckverband in Zukunft den Namen „Oberschwäbische Elektrizitätswerke". Während der Verband bisher ein Bezirksverband gemäß Art. 92 der Bezirksordnung vom Jahre 1906 war, ist er nunmehr ein Zweckverband im Sinne von Art. 304 ff. der Gemeindeordnung vom Jahre 1930. Es können ihm nun nicht nur Amtskörperschaften, sondern auch Gemeinden und Gemeindeverbände angehören, auch wenn dieselben ihren Sitz nicht in Württemberg haben.

Die Hinterrhein-Wasserkräfte. — Als erster Ausbau dieser Wasserkräfte ist ein Kraftwerk Splügen-Andeer mit $330 \cdot 10^6$ kWh reiner Winterenergie vorgesehen. Als zweite Etappe würde ein Werk Andeer-Sils mit $235 \cdot 10^6$ kWh Winter- und $210 \cdot 10^6$ kWh Sommerenergie, und im dritten Ausbau die Zuleitung des Averserrheins in den Stausee Splügen des ersten Werkes folgen, während weitere Ausbaumöglichkeiten einer späteren Zukunft vorbehalten bleiben. Die beiden Werke, einschließlich Averserrhein, können $633 \cdot 10^6$ kWh Winter- und $465 \cdot 10^6$ kWh Sommerenergie erzeugen; der vorgesehene Ausbau beträgt 340 000 kW. Die Kosten werden (Basis 1930) auf $226 \cdot 10^6$ Fr veranschlagt.

Neue Hauptbahn-Triebwagen. — Nachdem die Versuchsfahrten mit den neuen Maybach-Triebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auf der Strecke Berlin—Hamburg sehr günstige Ergebnisse zeitigten[1], hat die DRG beschlossen, im Bezirk der Reichsbahndirektion Köln gleiche Betriebe einzurichten. Zu dem Zweck sind einige dieselelektrische Garnituren in Aussicht genommen, von denen zwei im Gegensatz zu der vorerwähnten nur je 1 Maybach-Dieselmotor von 410 PS erhalten, da die Streckenverhältnisse im genannten Bezirk eine so hohe Fahrgeschwindigkeit wie zwischen Berlin und Hamburg nicht zulassen. Drei andere der neuen Triebwagen erhalten je einen Maybach-Motor von nur 175 PS. Die starken Wagen werden mit 100 km fahren und den Rundverkehr Köln—Essen—Dortmund—Hagen—Wuppertal—Köln in beiden Richtungen übernehmen, die kleineren mit 80 km/h zwischen Düsseldorf und Krefeld fahren.

Kraftwerk des Hafens von Algier. — Das Kraftwerk von Algier liegt am Meeresufer, so daß eine bequeme Kohlen- und Wasserzufuhr gegeben ist. Der Portalkran bewältigt 100 t/h; der Lagerplatz für Kohle umfaßt eine Fläche von 4000 m². Vorläufig sind 5 Sterlingkessel mit Kohlenstaubfeuerung aufgestellt. Die Maschinenhalle enthält 2 Gruppen Turbogeneratoren von je 12 000 kW. Die Generatorspannung von 5500 V wird für die Stadt auf 10,4 kV, für das Überlandnetz auf 31,5 kV heraufgesetzt. Unten in der Schaltanlage stehen 4 Transformatoren, darüber befinden sich die Apparate für 5500 V und ganz oben die Apparate für 10,4 und 31,5 kV.

[1] ETZ 1932, S. 1256.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Jahresversammlung des Elektrotechnischen Vereins am Dienstag, dem 31. Januar 1933, 8 Uhr abends pünktlich, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen. — Jahresbericht. — Vorlage des Kassenberichts für 1932. — Wahl der Kassenprüfer.
2. Neuwahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses.
3. Vortrag des Herrn Direktor Prof. Dr.-Ing. E. h. Biermanns über „Die Aufgaben des modernen Transformatorbaues".

Inhaltsangabe:

a) Die Praxis als Ausgangspunkt neuerer Entwicklungstendenzen. — Beispiel: Anforderungen an die Sicherheit, Transportfähigkeit, Regulierung unter Last, Kühlungsarten.
b) Der Einfluß des Preisdruckes auf die Ausführung des Transformators.
c) Die Auswirkung neuerer Gesichtspunkte im Kernbau, in der Ausführung der Wicklungen, der Abstütz- und Isolationsanordnungen, in der Durchbildung der Kastenform und Kühleinrichtungen.
d) Behandlung der Isolation und des Öles in der Fabrikationsstätte, während des Transportes, bei der Inbetriebsetzung und bei Revisionen.
e) Ölkonservierung im Betrieb.
f) Schutzeinrichtungen.
g) Ausländische Praxis.
h) Grenzleistungen.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für

Digitized by Google

den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 27. Januar, und am Freitag, dem 3. Februar 1933, 5 Uhr nachm., findet je eine

Besichtigung des Osram-Museums

im Verwaltungsgebäude der Osram Kommanditgesellschaft G. m. b. H., Berlin O 17, Ehrenbergstraße 11/14, statt.

Treffpunkt: Das Osram-Museum.

Verkehrsverbindungen: Schnellbahn und Hochbahn, Haltestellen Warschauer Str. bzw. Warschauer Brücke, von beiden etwa 3 min entfernt.

Die Zahl der Besucher ist auf je 60 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Damen sind willkommen.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Vortragsreihe

über „Technische Akustik mit besonderer Berücksichtigung der Lärmbekämpfung".

Mit Unterstützung des Elektrotechnischen Vereins und des Vereins deutscher Ingenieure veranstaltet das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung in der Zeit vom 9. Februar bis 30. März eine Vortragsreihe über „Technische Akustik", in der besonders auf die Fragen der technischen Lärmbekämpfung eingegangen wird. Der Kursus wendet sich an Ingenieure aller Fachrichtungen, die sich über akustische Fragen unterrichten wollen.

Vortragende: Dipl.-Ing. S. Kagan und Dipl.-Ing. W. Willms.

Ort: Alter Physikalischer Hörsaal im Sockelgeschoß des Hauptgebäudes der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 170/172.

Zeit: Donnerstag abends von 18½ (pünktl.) bis 20 Uhr.

Beginn: 9. Februar.

Übersicht.

9. Febr. Physikalische Akustik. Luft- und Körperschall. Schallfeld. Schalldruck. Schallschnelle. Reflexion, Brechung, Beugung. Stehende Wellen.

16. Febr. Physiologische Akustik. Anatomie des Ohres. Hörtheorie. Hörschwellen. Hörfläche. Kurven gleicher Lautstärke. Verdeckung.

23. Febr. Elektroakustik. Mikrophone und Verstärker.

2. März Elektroakustik. Telephone und Lautsprecher; Meßschallquellen.

9. März Akustische Meßtechnik. Rayleighsche Scheibe, Schalldruckmesser, Geräuschmesser. Meßräume.

16. März Akustische Meßtechnik. Schallanalyse. Messung der Frequenz.

23. März Bauakustik. Theorie der Schallisolation (Einfach- und Doppelwände). Meßmethoden. Ergebnisse. Erschütterungsisolierung.

30. März Lärmdämmung. Betriebslärm (Maschinengeräusche), Verkehrslärm (Krafträder), Wohnlärm.

Karten zum Preise von 8 RM (für Studierende von Hoch- und Fachschulen 5 RM) können von der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33II, und des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telephon: A 1 Jäger 0035) und am Saaleingang vor Beginn des Vortrages bezogen werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz.

Die Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension (Cigre) wurde im Jahre 1921 unter dem Patronat der Internationalen Elektrotechnischen Kommission gegründet, deren Arbeiten sie durch internationalen Meinungsaustausch auf den nachstehend näher gekennzeichneten Gebieten vorbereitet und erleichtert. Sie behandelt auf ihren alle zwei Jahre in Paris stattfindenden Tagungen Fragen, die

a) den Bau und den Betrieb von Zentralen, Unterstationen, Transformatorstationen,
b) den Bau, die Isolierung und Wartung von Hochspannungsnetzen,
c) den Betrieb, den Schutz und den Zusammenschluß von Netzen

betreffen.

Die 7. Tagung der Cigre findet vom 18 ··· 24. Juni 1933 in Paris statt, an der in diesem Jahre zum ersten Mal Deutschland offiziell teilnehmen wird, da langjährige Verhandlungen zwischen der Cigre und deutschen Verbänden zu einer allseits befriedigenden Verständigung in der Sprachenfrage geführt haben, wonach auf der Tagung die deutsche Sprache gleichberechtigt mit den sonst in der Technik gebräuchlichen Hauptsprachen anerkannt ist. Zur Bearbeitung aller Angelegenheiten der Cigre ist unter Führung des VDE ein deutscher Ausschuß gebildet worden. Dessen Vorstand besteht aus den Herren:

Direktor Prof. Rachel als Vorsitzender,
Direktor Dr. Passavant als stellvertr. Vors.,
Generalsekretär Schirp als Schriftführer.

Die bisherigen Tagungen, über die umfangreiche Berichte vorliegen, fanden in Paris statt 1921, 1923, 1925, 1927, 1929 und 1931.

Auf der Tagesordnung der diesjährigen Tagung stehen folgende wichtige Gegenstände:

I. Abteilung
- Transformatorenöle
- Isoliermaterialien
- Parallelbetrieb von Generatoren
- Ölschalter
- Schalter ohne Öl

II. Abteilung
- Hochspannungskabel
- Porzellanisolatoren
- Freileitungsberechnung
- Leitungsschwingungen

III. Abteilung
- Verbesserung des Leistungsfaktors und Blindleistung
- Erdung des Nulleiters
- Schutz gegen Überspannungen und Blitzschutz
- Wie kann die Stabilität eines elektrischen Betriebes erreicht werden?

Nach den Bestimmungen der Cigre für die 7. Tagung müssen die beabsichtigten Berichte durch Vermittlung des Deutschen Ausschusses (DA) eingereicht werden.

Interessenten von Berichten werden daher gebeten, Themen und Dispositionen dem Deutschen Ausschuß der Cigre, Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zur Entscheidung über die Annahme als deutscher Konferenzbericht bis **spätestens 15. März 1933** einzusenden.

Mit Rücksicht auf die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit wird für 1933 nur mit einer ganz beschränkten Zahl von deutschen Berichten gerechnet.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

Staatliches Materialprüfungsamt.

Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87. Fernspr.: Amt Breitenbach (G6) 2751.

Bekanntmachung über Isolierpreßmassen.

In Ergänzung der in der ETZ 1932, S. 1259 erschienenen Bekanntmachung werden nachstehend diejenigen Isolierpreßstoffe aufgeführt, die den elektrischen Sonderanforderungen entsprechen, bei deren Erfüllung gemäß der Typisierung (ETZ 1932, S. 708) die Typenbezeichnung mit einem Stern geführt wird.

Berlin-Dahlem, den 11. Januar 1933.

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Schutzzeichen	Type O*	S*	K*	A*	N*
Dynamit-Aktien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Co., Abt. Celluloid-Fabrik Troisdorf (Bez. Köln)	43	—	Trolitan SD	Pollopas	Trolit W	Trolit F
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft Vertriebsabteilung Gummiwerk (VG), Berlin-Siemensstadt (Gartenfeld)	34	Eshalit E 74	—	—	—	—
H. Römmler Aktiengesellschaft Spremberg Nd.-L./Berlin	32	—	Hares S*	Resopal	—	—
Wilh. Quante, Wuppertal-Elberfeld	73	—	Wekulit S*	—	—	—

Der Präsident des Staatlichen Materialprüfungsamtes.
gez.: Otzen.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Wechsel in der Leitung des Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesens der Deutschen Reichspost.

Am 1. II. tritt der Staatsekretär im Reichspostministerium Dr.-Ing. E. h. Feyerabend nach Erreichung der Altersgrenze in den Ruhestand. Feyerabend ist weit über die Grenzen der Deutschen Reichspost hinaus eine bekannte Erscheinung auf dem Gebiete des elektrischen Fernmeldewesens. Von der Technischen Hochschule München aus 1887 in den höheren Postdienst eingetreten, durchlief er in rascher Folge die vorbereitenden Stellungen des Betriebs, der Technik und der Verwaltung, wurde 1898 Vorsteher der Telegraphenapparatwerkstatt des Reichspostamts, 1909 Postrat in Hamburg, 1912 Geheimer vortragender Rat, 1920 Ministerialdirektor im Reichspostministerium, 1926 Staatsekretär. Zahlreiche Reisen ins Ausland, die ihn u. a. nach England, viermal nach den V. S. Amerika, nach Belgien, Frankreich, Dänemark, Schweden führten, vermittelten ihm eine umfassende Kenntnis aller Vorgänge im Bereich der Fernmeldetechnik und befähigten ihn, die für die deutschen Verhältnisse jeweils zweckmäßigsten technischen Einrichtungen vorzusehen. So wurden z. B. seine Reisen nach London 1898 und nach Amerika 1901 und 1902 für die Beurteilung des Selbstanschlußbetriebs in Deutschland von entscheidender Bedeutung. Seine Verdienste in allen Zweigen der Fernmeldetechnik im einzelnen hier darzustellen, würde zu weit führen[1]. Das Ergebnis ist, daß Deutschland nach der Notzeit des Krieges im Schnellnachrichtenverkehr heute wieder mit in der ersten Reihe der Länder steht. Ein besonderes, tief schürfendes Interesse widmete Feyerabend als Ministerialdirektor und Staatsekretär den Fernsprechtariffragen. Mehrere Fernsprechordnungen und das Gesetz über Fernmeldeanlagen von 1928 sind während seiner Amtstätigkeit entstanden. Schriftstellerisch ist Feyerabend hervorgetreten durch viel beachtete Aufsätze und Vorträge von wissenschaftlichem Wert insbesondere über Fragen der Tarifgestaltung, als Verfasser des entwicklungsgeschichtlichen Buches „50 Jahre Fernsprecher in Deutschland" und als Mitherausgeber des „Handwörterbuchs des elektrischen Fernmeldewesens". Das Reichspostmuseum verdankt ihm die Neuordnung der Abteilung für Fernmeldewesen. Auch dem Elektrotechnischen Verein hat Feyerabend seine schätzenswerte Kraft zur Verfügung gestellt, insbesondere als dessen Vorsitzender in den Jahren 1930/32. Feyerabend ist Dr.-Ing. E. h. der Technischen Hochschule Charlottenburg, Ehrenbürger der Technischen Hochschule in Danzig und Inhaber der Siemens-Stephan-Gedenkplatte.

E. Feyerabend.

A. Kruckow.

H. Gieß.

Als Nachfolger Feyerabends ist Ministerialdirektor Dr.-Ing. E. h. Kruckow zum Staatsekretär im Reichspostministerium ernannt worden. Kruckow ist kein Unbekannter unter den Fernmeldetechnikern, sondern ebenfalls eine international anerkannte Autorität auf diesem Gebiete. 1895 in den höheren Postdienst eingetreten, lenkte er 1906 durch eine in der ETZ veröffentlichte Arbeit „Die Wirtschaftlichkeit der Selbstanschlußtechnik", durch die er im Gegensatz zu anderen damaligen Auffassungen die wirtschaftliche Überlegenheit dieser Betriebsform nachwies, die Aufmerksamkeit auf sich und wurde 1907 in das Telegraphenapparatamt des Reichspostamts berufen, dem er als Telegrapheningenieur und Postrat bis zu seinem Übertritt in das Reichspostministerium — 1920 — angehörte. 1921 zum Oberpostrat, 1924 zum Ministerialrat befördert, wurde seine Tätigkeit im Reichspostministerium 1927 unterbrochen, wo er als Präsident des Reichspostzentralamts Leiter dieses großen und wichtigen Forschungs- und Beschaffungsinstituts der Deutschen Reichspost wurde. Bereits 1929 kehrte er als

[1] Vgl. auch ETZ 1926, S. 780; 1932, S. 279; 1932, S. 348.

Digitized by Google

Ministerialdirektor und Leiter der Abteilung III (Telegraphie, Funkwesen und Auslandsverkehr) in das Reichspostministerium zurück, um als Staatsekretär nunmehr das gesamte Fernmeldewesen des Reiches zu betreuen. Unterstützt von einer oft bewiesenen, großen technischen Begabung, verfügt Kruckow über reiche Erfahrungen auf allen drei Gebieten des Fernmeldewesens, die er durch Studienreisen nach Amerika (1912, 1922 und 1926), nach Frankreich, Belgien, England, Schweden usw. immer wieder ergänzte. Nach einer Reise als Sachverständiger nach Argentinien studierte er, 1930 von der russischen Regierung und 1931 von der irischen Regierung als Sachverständiger in technischen und Betriebsfragen geladen, auch die Einrichtungen dieser Länder. Die Deutsche Reichspost verdankt Kruckow eine Anzahl wichtiger fernsprechtechnischer Erfindungen, die er in selbstloser Weise alle der Deutschen Reichspost überlassen hat. Als Ministerialdirektor hat er insbesondere die Umstellung von „Transradio" auf die Deutsche Reichspost, die Modernisierung der Küstenfunkstellen, den Bau von Großsendern, die Überführung der Funkgesellschaften in gemeinnützige Betriebe der öffentlichen Hand und die Pflege und den Ausbau der Beziehungen zum Auslande in verkehrs- und verwaltungstechnischer Hinsicht (CCIF, CCIT und CCIR) betrieben. Literarisch ist er durch technische Abhandlungen und Vorträge und als Verfasser des ersten zusammenfassenden Buches über die Selbstanschlußtechnik (Die Selbstanschluß- und Wählereinrichtungen im Fernsprechbetriebe, 1911) und als Mitherausgeber des Handwörterbuchs des elektrischen Fernmeldewesens bekannt. Er ist Vorsitzender des Vorstandes des Heinrich-Hertz-Instituts und Ehrenvorsitzender des Fernseh-Vereins. Die T. H. in Danzig hat ihm die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

Zum Nachfolger Kruckows als Ministerialdirektor und Leiter der Abteilung III des Reichspostministeriums ist der Präsident der Oberpostdirektion Karlsruhe (Baden), H. Gieß, ernannt worden. Gieß ist 1894 in den höheren Postdienst eingetreten. Er organisierte im Weltkriege, nachdem er der erste Leiter der jetzigen Hauptfunkstelle in Königswusterhausen gewesen war, als Hauptmann das Funkersatzwesen und später das Nachrichtenwesen in Bulgarien, in der Türkei und auf den asiatischen Kriegsschauplätzen, das er als Regimentskommandeur 3 Jahre geleitet hat. Als Oberpostdirektor und Vorsteher des Telegraphenamts Wiesbaden war er in den Jahren 1925 und 1926 zugleich Beauftragter der Deutschen Reichspost beim interalliierten Oberkommando. 1926 wurde er als Oberpostrat ins Reichspostministerium berufen und 1927 zum Ministerialrat befördert. Hier bearbeitete er die internationalen Verträge und das Überseefunkwesen. Er nahm als Referent 1927 an der internationalen Funkkonferenz in Washington, 1928 an der Welttelegraphenkonferenz (Code-Konferenz) in Brüssel, 1928 an der Schiffsicherheitskonferenz in London (hier als Vorsitzender für den funktelegraphischen Teil) teil und war Führer der deutschen Delegation 1931 bei der zweiten Tagung des „Beratenden technischen Ausschusses für den Funkverkehr" in Kopenhagen und 1932 bei der Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz in Madrid. 1931 wurde er Präsident der Oberpostdirektion Karlsruhe, von wo er jetzt ins Reichspostministerium zurückkehrt. Er besitzt den Ruf eines guten Kenners internationaler Verhältnisse und eines gewandten Verhandlungsführers. *H.*

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz (gemeinsam mit dem Chemnitzer Bezirksverein des VDI). 2. II. 1933, abds. 8 h, Festsaal der Staatl. Akademie für Technik, Eingang Schillerplatz: Dr. Th. Meyer, Berlin: Vorführung des Nordlichtfilms.

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 1. II. 1933, abds. 8 h, Saal der Polytechnischen Gesellschaft, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Dipl.-Ing. K. Tamele, Berlin, „Die elektrischen Widerstandsöfen und ihre industrielle Anwendung".

Elektrotechn. Verein Mannheim-Ludwigshafen. 27. I. 1933, abds. 8 h, Vereinswohnung, Otto Beckstr. 21: Ord. Hauptversammlung.

Elektrotechn. Verein München. 31. I. 1933, abds. 8 h, Konferenzzimmer des Hotel Schottenhamel, Luitpoldstr. 14: 40. Hauptversammlung.

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 28. I. 1933, abds. gegen 6½ h, Rundfunkvortrag Prof. Dr.-Ing. E. Hueter, Darmstadt, „50 Jahre Elektrotechnik an der T. H. Darmstadt".

Deutsche Gesellschaft für techn. Physik, Berlin. 28. I. 1933, Geselliger Abend. 1. 6 ... 8 h, gr. Hörsaal des neuen Physikal. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: a) Vortrag Prof. Dr. O. Hahn, Dahlem, „Vom Wägbaren zum Unwägbaren" (m. Lichtb. u. Vorführ.); b) Vortrag Dr. R. Müller, Potsdam, „Auf Forschungsfahrt in Peru und Bolivien" (Kultur und Astronomie der Inka mit vielen Lichtb.). 2. abds. 8 h: Abendessen im Landwehr-Kasino, Kaisersaal, Charlottenburg, Jebenstr. 2.

Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft, Berlin. 2. II. 1933, vorm. 10h, Saal des VDI, Friedrich-Ebert-Straße 27: 5. Mitgliederversammlung mit Vorträgen über die Möglichkeiten der Produktionskostensenkung in der Landwirtschaft. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin SW 11, Bernburger Str. 14.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Scharfe Krisenauswirkungen bei der amerikanischen Elektroindustrie. — Nach den Erhebungen des United States Bureau of the Census lag der Wert der elektrotechnischen Erzeugung der V. S. Amerika im Jahre 1931 um 49,5 % unter dem Stand von 1929. In 1389 Unternehmungen wurden 1931 190 064 Arbeiter und Angestellte beschäftigt. Die an sie ausgezahlte Lohnsumme belief sich auf 858,65 Mill RM[1], der Wert der verbrauchten Rohstoffe und Brennmaterialien auf 1 426,66 Mill RM, der Gesamtwert der elektrotechnischen Erzeugung betrug 1931 4073,29 Mill RM gegenüber 8058,67 Mill RM im Jahre 1929.

Für die einzelnen Fabrikationszweige werden für 1931 nach der Zensuserhebung folgende Werte in Mill RM mitgeteilt: Isolierte Drähte und Kabel 506,65, Motoren 397,78, Batterien und Teile davon 360,99, Glühlampen und Röntgenröhren 295,81, Industrie- und Haushaltgeräte 284,59, Schalteinrichtungen 185,98, Transformatoren usw. 179,98, Stromerzeugungsmaschinen und Teile davon 142,59, Installationsmaterial 122,14, Zündapparate für Verbrennungskraftmaschinen 116,80, Meßinstrumente 95,21, Kontrolleinrichtungen 93,07, Installationsmaterial 91,35, elektromedizinische Geräte 38,05, Ventilatoren 36,33, Sicherungen 32,51 und verschiedene elektrische Geräte und Einrichtungen 1094,06 Mill RM.

Im Jahre 1932 ist entsprechend den Angaben der größeren Elektrounternehmungen der Umsatz noch weiter scharf zurückgegangen. Wie die General Electric Co. mitteilt, belief sich in den ersten 9 Monaten des Jahres 1932 ihr Umsatzwert nur auf 474,81 Mill RM gegenüber 865,79 Mill RM in der gleichen Zeit des Vorjahres. Der Rückgang beträgt 45 %. Bei der Westinghouse Electric and Manufacturing Co. ging der Umsatzwert im gleichen Zeitraum von 368,97 auf 247,30 Mill RM zurück, d. h. um 33 %. Daß damit der Tiefstand des Umsatzes noch nicht erreicht war, ergibt sich aus der noch stärkeren Schrumpfung der Auftragseingänge; sie sind gegenüber dem Vorjahre bei der General Electric um 53 % und bei der Westinghouse um 48 % gesunken. Dementsprechend ist auch die Ertragsrechnung der Unternehmungen durch die Krise immer stärker beeinträchtigt. Bei der General Electric ergab sich in den ersten 9 Monaten des Jahres 1932 ein Reingewinn von nur noch 40,87 Mill RM gegenüber 129,15 in der gleichen Vorjahreszeit. Bei der Westinghouse hat sich der Verlust, der in den ersten 9 Monaten des Jahres 1931 4,07 Mill RM betragen hatte, in der gleichen Zeit des Jahres 1932 auf 24,86 Mill gesteigert. (Electr. Wld. Bd. 100, S. 547, 548 u. 646.) *A. Fr.*

[1] 1 RM = 0,2381 $.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 3: Wer liefert Widerstandselemente zum Einbau in Radiatoren von Warmwasserheizungen, eventuell die kompletten Radiatoren mit elektrischem Heizelement?

Abschluß des Heftes: 20. Januar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 750 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Erwärmungsofen für Motorkolben.

Mitteilung der AEG.

Elektrisch beheizte Öfen haben sich in großer Zahl für das Erwärmen von Stahl zum Härten und Vergüten und zum Erwärmen von anderen Metallen für die verschiedensten Zwecke eingeführt. Auch das Erwärmen von Glaswaren, das Brennen keramischer Stoffe, das Einbrennen von Farben und Glasuren in Porzellan und Glas und das Festbrennen von Emaille auf Guß- oder

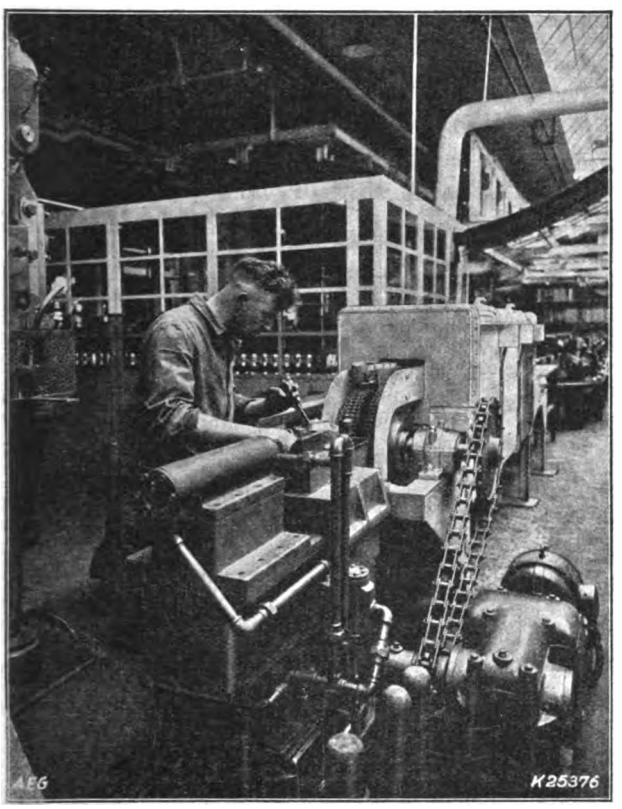


Abb. 1. Austrittseite des Kolben-Erwärmungsofens.

Walzeisen wird in zahlreichen Fällen in elektrisch beheizten Öfen vorgenommen. Aber nicht nur bei diesen verhältnismäßig hohe Temperaturen erfordernden Arbeitsvorgängen, sondern auch bei anderen, die wie das Trocknen von Lacken auf den verschiedensten Teilen und Stoffen, das Trocknen von Gußkernen und Formen und das Anlassen von gehärtetem Stahl wesentlich geringere Temperaturen benötigen, hat die Elektrowärme Eingang gefunden.

Der in Abb. 1 gezeigte Ofen, der von der AEG anläßlich der vollständigen Ausrüstung einer Kraftwagenfabrik mit elektrischen Öfen aufgestellt wurde, ist ein Beispiel dafür, daß auch andere als die erwähnten Erwärmungsvorgänge mit elektrischer Beheizung durchgeführt werden.

In diesem Ofen werden Motorkolben, deren Form aus dem in Abb. 2 gezeigten Schnitt hervorgeht, auf 200° erwärmt, damit die Bolzen, an denen die Pleuelstangen angreifen, in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung in die hierzu vorgesehenen Öffnungen eingeführt werden können.

Da die in Frage kommende Kraftwagenfabrik gänzlich auf Fließbetrieb eingestellt ist, mußte auch dieser Ofen hierfür eingerichtet werden. Die Zahl der in der Zeiteinheit anfallenden Kolben, die Fördergeschwindigkeit im Ofen, das Material und die Form der Kolben und die hierdurch bedingte Erwärmungszeit hätten einen Erwärmungskanal von 4620 mm einfacher Länge ergeben. Ein so langer Ofen würde zwischen den übrigen Maschinen jedoch nicht Platz gefunden haben. Deshalb wurden im Ofen, wie Abb. 3 erkennen läßt, zwei parallele Rinnen eingebaut, von denen jede 102 mm breit, 102 mm hoch und im Ofen 2310 mm lang ist. Am Boden jeder Rinne läuft eine Kette entlang. Die Motorkolben werden an der Beschickungsseite auf die Ketten gestellt. Diese tragen die Kolben in den Rinnen durch den Erwärmungsraum, an dessen Ende sie die gewünschte Temperatur erreichen. Die erwärmten Kolben werden von der Kette abgenommen und in die auf Abb. 1 vorn erkennbare Sondermaschine gelegt, die den Bolzen durch das Pleuellager hindurch in dem Kolben festpreßt und so Kolben und Kolbenstange verbindet.

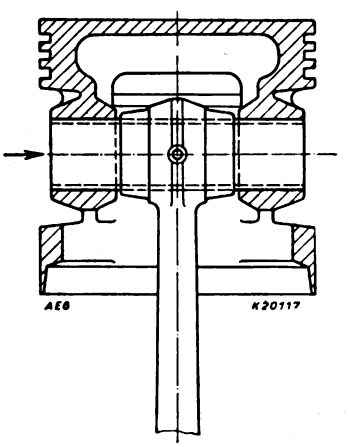


Abb. 2. Schnitt durch den Kolben.

Der Erwärmungsraum ist von einem doppelten Eisenblechmantel umkleidet, zwischen dessen Wänden Wärmeschutzstoff eingebracht ist. Die Beheizung besteht aus Chromnickel-Rahmenheizkörpern, die an der Decke gleichmäßig verteilt sind. Sie ist in Stern geschaltet und über einen selbsttätigen Überstromausschalter an das Drehstromnetz von 220 V, 50 Per/s angeschlossen. Der Anschlußwert beträgt 30 kW.

Die Temperatur am Austrittsende des Ofens wird von einem schreibenden Thermoelementregler gesteuert, der eine augenblickliche und nachträgliche genaue Kontrolle des Temperaturverlaufs ermöglicht. Der Regler schaltet über Relais und Schütze die Heizung in allen drei Phasen aus oder wieder ein, je nachdem, ob die eingestellte Temperatur über- oder unterschritten wird, wodurch man eine große Temperaturgenauigkeit erzielt. Die Schütze haben Hilfskontakte, die Signallampen zum Ansprechen bringen, um den jeweiligen Schaltzustand des Ofens anzuzeigen.

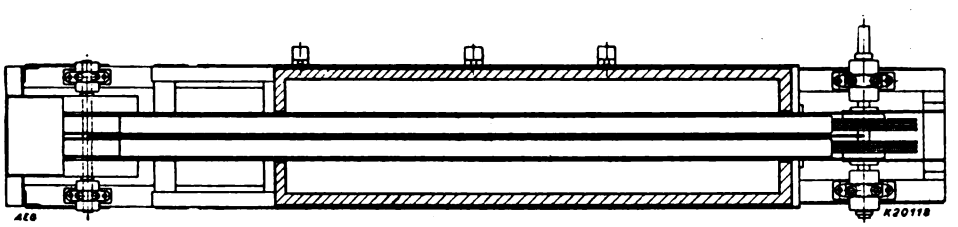


Abb. 3. Waagerechter Schnitt durch den Kolben-Erwärmungsofen.

Für die Reglung ist eine Spannung von 110 V vorgesehen. Ihre Teile sind auf einem eisernen Gerüst aufgebaut. Die Schaltgeräte und Schütze sind ebenfalls zu einer Schaltanlage vereinigt. Regel- und Schaltanlage sind in der Nähe des Ofens auf dem Boden der Werkstatt aufgestellt.

Anlagen dieser Bauart finden auch mannigfaltige andere Verwendung. Insbesondere eignen sie sich für die eingangs erwähnten, bei niedrigen Temperaturen erfolgenden Arbeitsvorgänge.

Digitized by Google

Dipl.-Ing. (Elektrotechnik) Dr. phil. (Physik)
29 J., led., umfassende theor. u. prakt. Kenntn., Fachmann der **Kabeltechnik** (Höchstspannungs- und Telefonkabel), **Fernmeldetechnik, Hochspannungstechnik,** mehr. Jahre i. führ. deutsch. Kabelwerk, Autor wiss. Publikationen, **Forschungs-, Betriebs-, Patent-** und **Kommerz. Praxis,** i. Ausl. erworb. vorzügl. französ. u. engl. **Sprachkenntnisse,** sucht Stellung im In- oder Ausland, in **Industrie, Forschung, Patentwesen** usw. Erstkl. Referenzen. Ang. unt. **E. 3080** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektroing.,
Absolvent Höherer Techn. Lehranstalt, 33 J., led., 8¼jähr. Praxis: Elektromasch.-Konstr. und Apparateversuchsfeldbetrieb, sucht Stell. Ang. unt. **E. 3089** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

SPEZIALIST
für Elektrolyt-Kondensatoren
in nasser u. trockener Ausführung nach amerikanischem Verfahren übernimmt Einrichtung oder Leitung der Fabrikation oder Tätigkeit als beratender Ingenieur im In- und Ausland.
Zuschrift unter **E. 3093** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

SPANIEN
Erfahrener Kaufmann, 46 J. alt, 25 jähr. Tätigkeit in Spanien in deutschem Elektro-Konzern, langjähr. kaufmänn. Leiter Filiale Barcelona, gute techn. Kenntnisse, Organisator, Kundendienst, energisch, zielbewußt, ausgedehnte Beziehungen, erstkl. Refer., kautionsfähig, sucht passend. Wirkungskreis als Leiter Filiale Spanien oder Alleinvertreter bedeutender Firmen. Bewerber wird Anfang März in Deutschland sein.
Gefl. Zuschriften zu richten an [3095]
O. K. Barcelona. Apartado 264.

Dipl.-Ing.
(Elektrotechn.) 47 J., ledig (C. S. Staatsbürg.) T. H. Darmstadt mit 25 jähr. In- u. Auslandspraxis in Konstruktion elektr. Maschinen, sucht passende Stellung bei bescheid. Ansprüchen. Ang. u. **E. 3085** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

29 jähriger [3084]
Ingenieur,
fl. Kraft, sucht Anstellg., mögl. Eltbetrieb. Angeb. unt. **Postlagerkarte 126, Hannover.**

Anfangsstellung
sucht Elektroing. 25 J., led. Absolv. d. staatl. höheren Maschinenbauschule Chemnitz. 7 Jhr. Praxis in Büro u. Werkstatt bei Großfirma, bes. im Apparate- u. Schalttafelbau. Werte Angeb. unter **E. 3088** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Selbständig arbeitend.
Patent-Ingenieur
Rundfunkspezialist
gleichzeitig geschickt. **Konstrukteur,** sucht geeignete Position. Gefl. Zuschr. u. **E. 3087** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbet.

Patentanwalt
Dr. E. Geisel
Berlin W 9 / 6, Potsdamer Platz 1

Haus der Elektrotechnik
günstig gelegener Stand, **ca. 10 qm, I. Obergeschoß,** mit eingebauten Tischen, **komplett eingerichtet,** preiswert verkäuflich. Anfragen u. **E. 3097** an die Anz.-Abt. der ETZ. Berlin W 9.

Bekannte Radioteile-Fabrik
sucht zum möglichst sofortigen Eintritt einen durchaus
selbständigen
Konstrukteur
mit vielseitiger praktischer Erfahrung, insbesondere auf dem Gebiet der physikalischen Chemie.
Angebote mit Werdegang, Zeugnisabschriften, Lichtbild u. Gehaltsanspruch erbeten u. **E. 3082** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Schnellregler-
(E, J, n, cos φ)
Spezialist, 27, ledig, mit reicher Fabrikations- u. Betriebserfahrung, 5 J. Werkstätten. 4 J. Ing. in App.-Fabrik, Schaltungen, Spezialkonstruktionen, Prüffeld, Inbetriebsetzungen, sucht gute entwicklungsfähige Stellung im Labor., Büro oder Fabrikation.
Gefl. Angebote unt. **E. 3074** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Wer liefert für kleine und mittlere Einphasen-Induktions-Motoren geeignete
Fliehkraft-Schalter,
die sich in der Praxis bereits einwandfrei bewährt haben? Angebote unter **E. 3083** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Gesucht gebrauchte
Gleichrichteranlage
Drehstrom 125 Volt 50 Hertz, Gleichstrom 220 oder 440 Volt ca. 40 Amp. Angebote unter **E. 3086** a. die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wer liefert [3092]
Statorbleche
gestanzt. Offert. u. Chiffre **OF 214 R** an **Orell Füssli-Annoncen, Aarau.** (Schweiz.)

NEUES WISSEN DURCH **TEFO**
Sonderheft 1/06 Preis RM 2.— auf Postsch. Leipzig 85774 der TEFO-Dessau (handelsger. eingetr.) zeigt Ihnen, wie Sie sich als techn. Fachschriftsteller jed. Monat einen hübschen Mehrverdienst schaffen können. [3079]

Wir suchen
für unsere Abt. Kabelnetz einen
Elektro-Ingenieur
(Dipl.-Ing.) mit gründlichen Kenntnissen auf dem Gebiete der Kabel-Meßtechnik, der Netzberechnung und der Stromverteilung. Der Bewerber muß mehrjähr. praktische Erfahrungen in der Verlegung und Montage von Hoch- und Niederspannungskabeln besitzen. Die Eignung zur Beaufsichtigung eines größeren Monteurpersonals ist Bedingung,
ferner
für unsere Abt. Werbung einen
Elektro-Ingenieur
(Dipl.-Ing.) mit wirtschaftlich-technischen Fähigkeiten, der die erforderliche Gewandtheit im Verkehr mit den Stromabnehmern besitzt. Nur solche Bewerber, die eine längere erfolgreiche Werbetätigkeit und Kenntnisse auf dem Gebiete der Prüffeld- und Meßtechnik nachweisen, werden berücksichtigt.
Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschr., Angabe von Referenzen und der Gehaltsanspr. sind bis zum 13. Febr. 1933 einzureichen an
Direktion der städt. Elektrizitätswerke
[3090] **Leipzig C 1, Ritterstr. 28.**

Von **führender Radio-Apparate-Fabrik** wird
tüchtiger Betriebsleiter
zum sofortigen Antritt gesucht. Verlangt werden: langj. Betriebserfahrungen in der Fabrikation von Rundfunkgeräten, zielbewußtes und energisches Arbeiten.
Es kommt nur eine Persönlichkeit in Frage, welche in der Lage ist, einen größeren Betrieb sowohl techn. als auch wirtschaftlich aufs Beste zu leiten.
Bewerbungen mit Lichtb., ausführl. Lebenslauf, Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3096** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Mitarb. aus Elektr.-Branche ges.
1. **Buchhalter (in)** perf. in Steuer, Export, Vers. u. Mahnwesen, Fremdspr. erwünscht. Interess.-Einl. RM 10—25 000.—. 2. **Reisevertreter** f. In- u. Ausl. Verk.-Erf., Konstr.-, Fabrik.- u. Branchekenntn. Interess.-Einl. RM 10—25000.—. Eintritt sofort. Handschr. Bewerb. (led. bevorz.) mit Lebensl., Referenz., Lichtb. u. Kapitalnachw. u. **E. 3081** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Akkumulatorenblei
Bleischlamm und Bleiasche
sowie alle Arten Nichteisen-Metallabfälle in geschlossenen Posten **kaufen gegen Kasse**
Oscar Baer & Co., Frankfurt a. M.
Emil-Claar-Str. 26 Tel. 54706 u. 54707
[3059]

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 2. Februar 1933** **Heft 5**

Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung für die Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken.

Von M. Gercke, Augsburg.

Übersicht. Es wird festgestellt, daß der elektrische Antrieb der Eigenbedarfsanlagen von Dampf-Großkraftwerken und die Stromerzeugung zu diesem Zweck mittels Dieselgeneratoren mit Abwärmeverwertung an Stelle von Haustransformatoren und Hausturbogeneratoren einerseits oder direkt gekuppelten Kleindampfturbinen anderseits eine wesentlich einfachere und billigere Gesamtanordnung der Eigenbedarfsanlagen ermöglicht und sehr günstige Anlage- und Betriebskosten verspricht, zu denen sich noch verschiedene Vorteile betrieblicher Art gesellen.

Unterlagen.

Neuerdings sind einige Angaben[1] über den Einfluß der Eigenbedarfsanlagen auf die Anlage- und Betriebskosten neuzeitlicher Dampfkraftwerke bekanntgeworden, die einen Vergleich mit den gleichartigen Kosten ermöglichen, wenn die Eigenbedarfsanlagen ganz oder teilweise mit Dieselmotoren angetrieben würden, wie das z. B. mit bestem Erfolg auf den Schnelldampfern „Bremen“ und „Europa“ ausgeführt ist[2]. Bereits vor dem Weltkriege hatte übrigens das große Dampfkraftwerk am Moskaufluß der „86er Gesellschaft für elektrische Beleuchtung“ in Moskau zwei Dieselmotoren von 300 und 400 PS_e mit Gleichstromgeneratoren in einem besonderen Maschinenraum aufgestellt, um in Störungsfällen die elektrische Beleuchtung und einige lebenswichtige Eigenbedarfsanlagen des Kraftwerkes im Betrieb halten zu können.

Nach den Angaben der ETZ 1930, S. 576 und 1931, S. 567, haben die Eigenbedarfsanlagen des Westwerks der Berliner Kraft- und Licht AG. (früher BEWAG), Berlin, (erster Ausbau 3 Hauptturbogeneratoren von je 34 000 kW und 2 Hausturbogeneratoren von je 12 000 kW) 8 % der Anlagekosten des Gesamtwerks gekostet, insgesamt 7 360 000 RM. Die bisher eingebaute Installationsleistung der Eigenbedarfsanlagen von 15 500 kW hat 475 RM/kW gekostet, wovon auf

die Erzeugungsanlage . . . . 217 RM/kW,
die Verteilungsanlage . . . . 258 RM/kW

entfallen.

Bei der Anlage Schwandorf der Bayernwerk AG., München, (erster Ausbau 55 000 kW) weisen die gesamten Eigenbedarfsanlagen folgende Installationsleistungen auf:

	rd.
Kühlwasserversorgungs- und -reinigungsanlage	650 kW
Kesselanlage (Braunkohlenfeuerung)	600 „
Speisewasserversorgungs- und -vorwärmeranlage	400 „
Kohlenförder- und Entaschungsanlage	400 „
Beleuchtungsanlage des Kraftwerks und der Werksiedlung	250 „
Krane, Ladeumformer, Hochfrequenzanlage, Werkstatt und Nebenbetriebe	200 „
zusammen	2500 kW,

wovon etwa 1650 kW für den Antrieb der Kesselspeisepumpen, Kühlwasserpumpen, Schieber und Ölschalter als lebenswichtig anzusehen sind. Dieser Eigenverbrauch entspricht 4,5 bzw. 3 % der installierten Kraftwerksleistung.

Wie sich die Installationsleistung der Nebenanlagen eines Großkraftwerkes verteilt, und wie sich die Kosten bei elektrischem Antrieb bzw. Dampfantrieb stellen, gibt Schult[3] an. Er weist nach, daß es wegen der Ausnutzung der Abwärme dieser Hilfsturbinen

„unbedingt notwendig ist, einen möglichst hohen thermodynamischen Wirkungsgrad der Antriebsturbinen anzustreben“

und gibt diesen, auf das verarbeitete Wärmegefälle bezogenen Wirkungsgrad mit 50 ··· 55 % bei kleinen Einheiten von 100 kW und mit 60 % bei Einheiten von etwa 300 kW an. In vielen Fällen bereitet die restlose Verwertung der Abwärme demnach Schwierigkeiten, zumal ja auch die Abwärme der Kessel ausgenutzt werden muß.

Dieselgeneratorenantrieb der Eigenbedarfsanlagen.

Die von Schult aufgestellten Forderungen bezüglich der Eigenbedarfsanlagen lauten:

1. Sicherheit der Energieversorgung;
2. schnelles Anfahren nach einer Störung;
3. Regelfähigkeit, Einfachheit des Anlassens und selbsttätiger Betrieb;
4. Einfügung in den Gesamtbetrieb;
5. Wirtschaftlichkeit.

Der vorliegende Vorschlag geht dahin, die Eigenbedarfsanlagen zu projektierender Dampfkraftwerke ausschließlich elektrisch, u. zw. bei Kraftwerken mittlerer Größe vorzugsweise mit leicht regelbaren Gleichstrommotoren anzutreiben und den dazu erforderlichen Gleichstrom von 220 ··· 440 V ganz unabhängig von dem Dampfbetrieb der Hauptturbogeneratoren beispielsweise mit einfachwirkenden Viertakt-Dieselmotoren mit möglichst vollkommener Abwärmeverwertung (Kühlwasser und Auspuffgase) zu erzeugen. Bei Großanlagen — besonders mit Hochdruckbetrieb, der größere Leistungen erfordert — kommen auch doppeltwirkende Zweitaktdieselmotoren, ebenfalls mit möglichst vollkommener Abwärmeverwertung, hierfür in Frage; auch kann der elektrische Teil mit Drehstrom beliebiger Spannung eingerichtet werden.

Bei den technischen Einzelfragen 1 ··· 3 obiger Zusammenstellung kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß die ganz von dem Kraftwerksbetrieb unabhängigen Dieselgeneratoren (Gleichstrom oder Drehstrom) diese Anforderungen in einwandfreier Weise erfüllen, u. zw. meist besser als dies mit Dampfbetrieb möglich ist. Auf Punkt 4 soll weiter unten näher eingegangen werden.

Wie steht es mit dem Punkt 5: Wirtschaftlichkeit?

I. Anlagekosten.

Diese können an Hand der vorhandenen Unterlagen nicht auf gleicher Grundlage unmittelbar verglichen werden, weil schwer festzustellen ist, welcher Anteil der Dampfkessel- und Hauptturbinenanlage nebst Zubehör (Haustransformatoren) zukommt, oder wie die Hausturbinen nebst Abdampfverwertungsanlage (Speisewasser-Aufbereitungs- und -Vorwärmungsanlage) einerseits, oder wie die zum direkten Antrieb der Kondensator- und Kes-

[1] A. v. Graßmann, „Eigenbedarfsanlagen des Dampfkraftwerks Schwandorf der Bayernwerk AG.“ AEG-Mitt. 1931, S. 75. H. Schult, „Dampf- oder elektrischer Antrieb der Eigenbedarfsanlagen größerer Dampfkraftwerke.“ ETZ 1931, S. 1113 u. 1140.

[2] Bei dem neuen englischen Schnelldampfer „Empress of Britain“ besteht die Hilfsmaschinenanlage aus
4 Dieselgeneratoren von je 450 kW, zusammen 1800 kW und
2 Turbogeneratoren von je 800 kW, zusammen 1600 kW,
die installierte Gesamtleistung demnach aus 3400 kW,
wozu noch einige Turbospeisepumpen und zwei Notaggregate von je 75 kW kommen.

[3] s. Fußnote 1.

Digitized by Google

selspeisepumpwerke erforderlichen Kleindampfturbinen mit ihrem Zubehör anderseits verrechnet werden sollen, wozu noch die Elektromotoren und die Verteilanlagen (Rohrleitungen und Kabel) kommen.

II. Betriebskosten.

Die Kapitalkosten (Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung der Eigenanlagen) werden bei diesem Vorschlag des dieselelektrischen Antriebs der Eigenbedarfsanlagen nicht teurer, sondern voraussichtlich erheblich billiger auskommen als bei dampfelektrischem Betrieb oder bei unmittelbarem Dampfbetrieb der Eigenbedarfsanlagen einschließlich der zugehörigen Apparate und Rohrleitungsanlagen und des sonstigen Zubehörs.

Die Brennstoffkosten hangen von dem Brennstoffpreis, von dem Arbeitsverbrauch der Eigenbedarfsanlagen und von der Vollkommenheit der nutzbaren Abwärmeverwertung ab. Je höher der örtliche Wärmepreis der für den Dampfbetrieb verwendeten festen Brennstoffe ist, um so geringer ist der wirtschaftliche Einfluß des Treibölpreises für den dieselelektrischen Betrieb der Eigenbedarfsanlagen und um so größer ist die Bedeutung einer möglichst vollkommenen Abwärmeverwertung.

Die Größenordnung des Arbeitsverbrauches der Eigenbedarfsanlagen steigt mit zunehmendem Dampfdruck der Hauptanlage infolge des vermehrten Arbeitsverbrauches der Speisepumpen. Zur Bekämpfung der mit erhöhtem Dampfdruck zunehmenden Dampfnässe in den letzten Stufen der Dampfturbinen muß bei Hochdruckanlagen auch die Dampfüberhitzung gesteigert werden; beides wirkt sich in einer Verbesserung des Dampfverbrauchs und in einer Verminderung der zur Abwärmeverwertung der dampfbetriebenen Eigenbedarfsanlagen verfügbaren Kondensatmenge aus und zwingt zur Wahl möglichst hochwertiger Antriebsmaschinen der Eigenbedarfsanlagen.

Allgemein entspricht die Größenordnung des Eigenverbrauchs der Großkraftwerke rechnerisch bei einer Installationsleistung von 3,5 ··· 5 % der Kraftwerksleistung und bei einer von den Betriebsverhältnissen bestimmten Benutzungsdauer der Höchstlast ungefähr der Größenordnung der Spitzenlastarbeit, allerdings mit dem Unterschied, daß der Eigenverbrauch sich aus der angegebenen kleinen Installationsleistung und einer mittelgroßen Benutzungsdauer derselben bei einer Betriebszeit bis zu $24 \cdot 365 \approx 8760$ h/Jahr ergibt, während die Spitzenlastarbeit sich aus einer großen, kurzfristigen Leistung (40 bis 50 % der Höchstlast) und einer kleinen Benutzungsdauer (300 ··· 500 h/Jahr) bei einer Betriebszeit von selten über 600 ··· 800 h/Jahr errechnet und kaum 5 % der Jahresleistung des Kraftwerks ausmacht. Wegen der anteilsmäßigen Geringfügigkeit dieser annähernd gleich großen Arbeitsmengen im Verhältnis zur Grundlast spielen die allein auf die Arbeitsleistung bezogenen Brennstoffkosten weder bei den Eigenbedarfsanlagen noch bei den Spitzenanlagen eine besonders erhebliche Rolle. Anders aber liegt der Fall mit den insgesamt zu verarbeitenden Wärmemengen der Eigenbedarfsanlagen. Diese sind beim Dampfbetrieb derselben mit Hausturbinen oder mit Einzelturbinen sehr groß und erfordern eine durch die bekannten, meist recht verwickelten Wärmeschalt- und -fluß-Schaubilder[4] zu überwachende Betriebsführung. Diese vereinfacht sich gemäß Abb. 1 (Drehstrom-Dieselgeneratoren) beim Dieselbetrieb der Eigenbedarfsanlagen recht erheblich, wobei man zu folgendem überschlägig gerechneten Ergebnis gelangt:

Beispiel: Kraftwerk Schwandorf des Bayernwerkes AG., München.

Erster Ausbau: 55 000 kW, Rohbraunkohlenfeuerung, Frischwasserbetrieb der Kondensation;

Eigenbedarfsanlage: 2500 kW = 4,5 % der Installationsleistung.

Ausbau der Eigenbedarfsanlage beispielsweise mit 3 Dieselgeneratoren von je 1250 kW, von denen zwei für den Vollastbetrieb genügen und einer in Reserve steht (50 % Reserve der Eigenbedarfsanlage).

Anlagekosten der Eigenbedarfsanlage einschließlich der Generatoren, Fundamente, Rohrleitungen und einer Abhitzeverwertungsanlage ohne Gebäude etwa 780 000 RM = 208 RM/kW fertig aufgestellt, sonst ganz allgemein je nach Wahl der Einheiten, Frachtlage usw.

a) für die Dieselgeneratoren 180 ··· 195 RM/kW Installationsleistung,

b) für die Abhitzeverwertungsanlage je nach der Anordnung und nach den Betriebsverhältnissen 7 ··· 10 % Zuschlag, insgesamt etwa 195 RM ··· 215 RM/kW Installationsleistung der Eigenbedarfsanlage.

[4] ETZ 1930, S. 497.

III. Wärmewirtschaftlichkeit.

Bei Annahme eines mittleren Dampfverbrauches der Hauptturbinen von 4,5 kg/kWh im Jahresdurchschnitt einschließlich aller Verluste errechnet sich ein Gesamtdampfverbrauch des Kraftwerkes bei einer Benutzungsdauer von

3000 h/Jahr von 742 500 t/Jahr
bzw. bei 4000 h/Jahr von 990 000 t/Jahr.

Bei einem Verlust an Kondensat von etwa 3,5 % ergibt sich ein Verbrauch an Zusatzrohwasser

bei 3000 h/Jahr von 26 000 t/Jahr
bzw. bei 4000 h/Jahr von 34 700 t/Jahr.

Gegenüber einer nutzbaren Stromerzeugung des Kraftwerkes

bei 3000 h/Jahr von 165 Mill kWh
bzw. bei 4000 h/Jahr von 220 Mill kWh

verbraucht die Eigenbedarfsanlage beispielsweise jährlich

bei 3000 h/Jahr etwa 7,5 Mill kWh,
bzw. bei 4000 h/Jahr etwa 10 Mill kWh.

Die Dieselmotoren verbrauchen zur Lieferung dieser Leistung etwa 0,25 kg Gasöl/kWh, insgesamt

bei 3000 h/Jahr etwa 1875 t Gasöl
bzw. bei 4000 h/Jahr etwa 2500 t Gasöl

bei einem Treibölpreis von 110 ··· 130 RM 1000 kg, entsprechend 2,75 ··· 3,25 Pf Brennstoffkosten der dieselelektrischen Eigenbedarfsanlage für 1 kWh, wozu noch ein Zuschlag von etwa 10 % für Schmieröl usw. zu rechnen ist, während der Wert der durch Abwärmeverwertung zurückgewonnenen Wärme abzuziehen ist.

Die Dieselmotoren brauchen an Kühlwasser, wofür im vorliegenden Falle umlaufendes Kondensat der Dampfturbogeneratoren verwendet wird, etwa 18 l/PS$_e$h, bezogen auf eine Temperaturerhöhung von 40 ° C, insgesamt also bei obigem Beispiel

bei 3000 h/Jahr etwa 196 500 t jährlich
bzw. bei 4000 h/Jahr etwa 262 000 t jährlich,

also nur einen Bruchteil der tatsächlich umlaufenden Kondensatmenge des Kraftwerks. Die Dieselgeneratoren der Eigenbedarfsanlage liefern an nutzbar zu machender Abwärme im Kühlwasser bzw. in den Auspuffgasen

bzw. etwa 720 kcal/PS$_e$h entsprechend etwa 1060 kcal/kWh[5]
bzw. etwa 300 kcal/PS$_e$h entsprechend etwa 440 kcal/kWh[5]

zusammen etwa 1500 kcal/kWh

= 60 %, dazu die in elektrische Arbeit umgesetzten 860 kcal/kWh = 34,4 %, so daß sich eine Gesamtwärmeausnutzung des Treiböls von etwa 94,4 % beim Dieselantrieb der Eigenbedarfsanlagen ergibt.

Bei 3000 h/Jahr liefert die Abwärmeverwertung der Dieselgeneratoren bei obigem Beispiel eine Ausbeute von etwa 11,35 Mrd kcal, bei 4000 h/Jahr eine Ausbeute von etwa 15 Mrd kcal, die restlos zur Vorwärmung des Kondensates der Dampfturbogeneratoren zur Verfügung stehen.

Um den Wert dieser ersparten Wärmemengen ermäßigen sich die oben ermittelten Brennstoffkosten der Dieselgeneratoren, je nach dem Wärmepreis der festen Brennstoffe für den Dampfkesselbetrieb um etwa 10 bis 20 % bei Rohbraunkohlen- bzw. Steinkohlenfeuerung.

IV. Einfügung der Eigenbedarfsanlagen mit dieselelektrischem Betrieb in den Gesamtbetrieb.

Fall a). Benutzt man die Gesamtmenge des umlaufenden Kondensates der Dampfturbogeneratoren zum Kühlen der Dieselmotoren, wobei es keinerlei Verschmutzung erleidet und auch nicht mit Luft oder Gasen in Berührung kommt, und danach zum Speisen der Abhitzekesselanlage, so tritt rechnerisch eine mittlere Erwärmung des Kondensates um rd. 15 ° C bei Vollastbetrieb ein, d. h. bei Frischwasserkühlung der Oberflächenkondensation (10 ··· 13 ° C) bei einem Kondensatordruck von etwa 0,04 ata von etwa 29 ° C auf etwa 44 ° C und bei Rückkühlung des Kühlwassers (27 ° C) bei etwa 0,075 ata von etwa 40 ° C auf etwa 55 ° C.

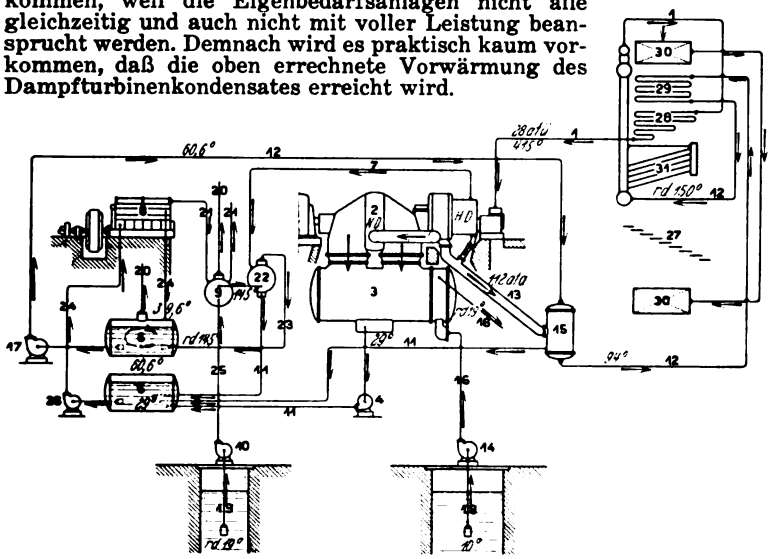
Fall b). Läßt man gemäß dem nachstehenden Schema-Beispiel eines Wärmeschaltbildes bei Vollastbetrieb (Abb. 1) die Gesamtmenge des Dampfturbinenkondensats im geschlossenen Kreislauf nur durch die Kühlmäntel der Dieselgeneratoren umlaufen, so tritt bei Vollast nur eine Erwärmung um etwa 10,6 ° C auf 39,6 ° C bzw. 50,6 ° C ein, wenn die Kondensation mit kaltem bzw. mit rückgekühltem Wasser betrie-

[5] Nachgewiesen im Städt. Elektrizitätswerk Schwerin und in verschiedenen Fabrikkraftwerken mit Dieselmotorenbetrieb.

Digitized by Google

ben wird. Die Abwärme der Auspuffgase ist dann beispielsweise zur Vorwärmung des Zusatzrohwassers für die Verdampferanlage des Kraftwerkes verfügbar und reicht bei dem obigen Beispiel aus, 3½ % Zusatzwasser in dem Abhitzevorwärmer des Verdampfers um etwa 126 ° C vorzuwärmen. Die Abhitzekesselanlage dient dann nebenbei zur vollständigen Vorreinigung des Zusatzrohwassers von allen Kesselsteinbildnern und von atmosphärischer Luft. Wenn das vorgereinigte Zusatzspeisewasser dann noch in der üblichen Weise in der Verdampfanlage durch Verdampfen mit Anzapfdampf nachgereinigt wird, kann die Verdampfungswärme zum Weitererhitzen des Dampfturbinenkondensates um rechnerisch etwa 21 ° C, d. h. bei obigem Beispiel auf 60,6 ° C bzw. 71,6 ° C verwendet werden.

Diese Berechnungen vernachlässigen die Strahlungsverluste und beziehen sich auf den Grenzfall, daß die angegebene Installationsleistung der Eigenbedarfsanlagen bei Vollastbetrieb des Dampfkraftwerkes ebenfalls voll ausgenutzt wird. Das wird praktisch kaum vorkommen, weil die Eigenbedarfsanlagen nicht alle gleichzeitig und auch nicht mit voller Leistung beansprucht werden. Demnach wird es praktisch kaum vorkommen, daß die oben errechnete Vorwärmung des Dampfturbinenkondensates erreicht wird.



Schema-Beispiel eines Wärmeschaltbildes bei Vollastbetrieb*.

Leistung der Hauptturbogeneratoren . 55 000 kW
Leistung der Eigenbedarfsanlage . . . 2 500 kW

1	Frischdampfleitung	17	Kesselspeisepumpe
2	Hauptmaschine	18	Kühlwasserbrunnen
3	Kondensator	19	Abwasserbrunnen
4	Kondensatpumpe	20	Entlüftungsleitung
5	Kondensattank I	21	Auspuffleitung
6	Kondensattank II	22	Verdampfer
7	Anzapfleitung der Hauptmaschine	23	Dampfleitung
8	Dieselgenerator der Eigenbedarfsanlage	24	Kondensat-Umlaufleitung
9	Abhitzekessel	25	Rohwasserleitung
10	Rohwasserpumpe	26	Kondensat-Umlaufpumpe
11	Kondensatleitung	27	Feuerung
12	Kesselspeiseleitung	28	Überhitzer
13	Anzapfdampfleitung	29	Rauchgasvorwärmer
14	Kühlwasserpumpe	30	Lufterhitzer
15	Hochdruckvorwärmer	31	Dampfkessel.
16	Kühlwasserleitung		

* Die Zahlen entsprechen soweit als möglich den gleichartigen Zahlen des Wärmeschaltbildes Abb. 41 in ETZ 1930, S. 497.

Abb. 1. Dampf-Großkraftwerk mit Dieselmotorenantrieb der Eigenbedarfsanlagen.

Bei Teilbelastung des Dampfkraftwerkes vermindert sich die umlaufende Kondensatmenge und ebenfalls die Leistung der Eigenbedarfsanlagen und die Abwärmemenge der Dieselgeneratoren; die letzteren Werte sinken allerdings in geringerem Grade, weil der Eigenverbrauch nicht so stark abnimmt wie die Nutzleistung und die derselben annähernd proportionale Kondensatmenge. Demnach wird bei Teilbelastung des Kraftwerkes eine höhere Erwärmung des Kondensates infolge der verhältnismäßig größeren Abwärmelieferung der Dieselgeneratoren eintreten als bei Vollast. Jedoch bleibt die Erwärmung des Kondensates innerhalb der Eigenbedarfsanlagen in leicht beherrschbaren Grenzen, welche es ermöglichen, das gesamte Speisewasser mit Anzapfdampf der Hauptturbinen stufenweise nach dem bekannten Regenerativverfahren vorzuwärmen, wie noch weiter unten näher untersucht werden soll. Dabei wird sich als ein besonderer Vorteil des dieselelektrischen Antriebs der Eigenbedarfsanlagen herausstellen, daß dabei nur etwa 1500 kcal Abwärme auf 1 kWh des Eigenverbrauchs vorweg zu Vorwärmezwecken zu verarbeiten sind, während beim dampfelektrischen Antrieb der Eigenbedarfsanlagen ein Vielfaches an Abwärme für denselben Eigenverbrauch in der gleichen Kondensatmenge unterzubringen ist, bevor das Regenerativverfahren zur Hebung der Wärmewirtschaftlichkeit des Hauptbetriebes eingesetzt werden kann.

Die sehr einfache und billige Abhitzekesselanlage der Dieselgeneratoren übernimmt nebenbei noch im Falle b) die Rolle des neuerdings auf englischen Fahrgastdampfern[6] mit Hochdruck-Wasserrohrkesseln eingebauten Flammrohr-Zylinderkessels der bekannten Bauart, der leicht von Kesselstein und Salzen zu reinigen und unempfindlich gegen Korrosionen ist, und der dazu dient, das aus der Zusatzwasseranlage kommende Speisewasser durch Verdampfung unter mittlerem Druck erst restlos zu enthärten, zu entsalzen und zu entgasen, bevor es den empfindlicheren Hochdruck-Wasserrohrkesseln zugeführt wird.

Es bietet keinerlei Schwierigkeiten, die Abhitzekesselanlage der Dieselgeneratoren so auszubilden, daß dieser Zweck bei ortsfesten Anlagen ebenso sicher erreicht wird, wie an Bord der Schiffe.

Im übrigen kann das Dampfturbinenkondensat nach der Vorwärmung in den Kühlmänteln der Dieselmotoren und nach der Weitererhitzung mit dem verdampften Zusatzspeisewasser noch mit Anzapfdampf der Hauptturbinen nach dem Regenerativverfahren weiter vorgewärmt oder unmittelbar den Rauchgasvorwärmern der Wasserrohrkessel zugeführt werden. Es ist klar, daß das Regenerativverfahren der Speisewasservorwärmung wärmewirtschaftlich um so günstiger abschneidet, je größere Wärmemengen durch die mehrstufige Anzapfung aus dem Dampfstrom der Hauptturbinen auf das Speisewasser übertragen und damit dem Verlust im Kühlwasser des Kondensators entzogen werden. Die zur Vorwärmung des Speisewassers nutzbar gemachten Anzapfdampfmengen werden aber um so größer, je mehr das Speisewasser bei der jeweiligen Temperatur an Wärme aufnehmen kann, und je weniger Abwärme bereits vom Betrieb der Eigenbedarfsanlagen her vorweg zum Vorwärmen des Speisewassers verwendet werden muß. Deswegen erfordert der Regenerativbetrieb der Speisewasservorwärmung hochwertige Antriebmaschinen der Eigenbedarfsanlagen, die wenig Abwärme liefern. Demnach ist der dieselelektrische Antrieb der Eigenbedarfsanlagen bei derartigen Dampfkraftwerken wegen seines höheren thermischen Wirkungsgrades grundsätzlich dem Dampfantrieb der Eigenbedarfsanlagen überlegen, weil ersterer die Vorteile des Regenerativverfahrens der Speisewasservorwärmung zur größtmöglichen Auswirkung gelangen läßt. Diesem günstigen Einfluß des dieselelektrischen Betriebes der Eigenbedarfsanlagen auf die Wärmewirtschaftlichkeit des Dampfbetriebes der Hauptanlagen steht allerdings der Mehrpreis des Treiböls im Vergleich mit der Kohle gegenüber, der jedoch keine ausschlaggebende Rolle spielt, da der Verbrauch nicht erheblich ist.

Sinngemäß trifft diese Betrachtung auch zu, wenn bei der Auslegung neuzeitlicher Dampfkraftwerke auf die Anzapfung der Hauptturbinen verzichtet und die Vorwärmung des Speisewassers mit Anzapf- oder Abdampf von Hausturbinen durchgeführt wird. Auch diese Hausturbinen müssen aus den oben angegebenen Gründen als hochwertige und daher teure Maschinen ausgeführt werden, damit ihre Abwärme restlos und zwangslos mit der verfügbaren Speisewassermenge verarbeitet werden kann. Gegenüber diesem Betriebsverfahren mit Hausturbinen sind die oben angedeuteten Vorteile der Dieselgeneratoren für denselben Zweck: Vereinfachung und Verbilligung der Eigenbedarfsanlagen und ihres Zubehörs und Vereinfachung des Gesamtbetriebes ebenfalls nachweisbar.

Über die beim dieselelektrischen Antrieb der Eigenbedarfsanlagen zu erwartenden Mehrkosten infolge der in

[6] z. B. „Empress of Britain".

Digitized by Google

Deutschland sehr hohen Gasölpreise gegenüber den billigen Kohlenpreisen gibt die folgende Berechnung in großen Zügen zahlenmäßigen Aufschluß:

Bei Gasölpreisen von . . für 1000 kg je nach der Frachtlage errechnen sich Wärmepreise von	110 bzw. 11 bzw.	120 bzw. 12 bzw.	130 RM 13 Pf
für 10 000 kcal und bei Steinkohlenpreisen je nach der Frachtlage von	20 bzw.	25 bzw.	30 RM
für 1000 kg Wärmepreise von	2,78 bzw.	3,48 bzw.	4,17 Pf

für 10 000 kcal bei einem Heizwert der Steinkohle von 7200 kcal/kg. Kosten der Brennstofförderung innerhalb des Kraftwerkes und der hydraulischen Entaschung bei Dampfkraftwerken sind hierbei nicht berücksichtigt; sie wirken sich als ein Zuschlag von etwa 4 bis 5 % zu den Wärmepreisen der festen Brennstoffe aus. Rechnet man mit den oben angegebenen Werten, so bewegt sich der Einfluß der hohen Wärmepreise der Eigenbedarfsanlage auf die niedrigen Brennstoffkosten der Hauptanlage in der Größenordnung von etwa 0,03 Pf/kWh Mehrkosten gegenüber dem dampfelektrischen Antrieb bei einem angenommenen Arbeitsverbrauch[7] der Eigenbedarfsanlagen von 2,5 % der gesamten Stromerzeugung, auf die sich diese Mehrkosten beziehen (Fall 1). Bei einem Eigenverbrauch von 3,5 % steigen diese Mehrkosten auf 0,04 ··· 0,045 Pf/kWh (Fall 2) und bei einem Eigenverbrauch von 4,5 % auf 0,05 ··· 0,06 Pf/kWh (Fall 3). Dieser Mehraufwand an Brennstoffkosten für den dieselelektrischen Betrieb der Eigenbedarfsanlagen wird aber durch die angedeuteten Ersparnisse beim Betrieb der Hauptturbinen ausgeglichen, weil die günstigere Abwärmewirtschaft der Dieselgeneratoren für den Eigenbetrieb die Wärmewirtschaft der Hauptturbinen und damit deren Brennstoffkosten um meist höhere Beträge verbessert, wie noch nachzuweisen ist. Ohne hierbei auf Einzelheiten einzugehen, ergibt sich bei den obigen Beispielen die Beziehung:

$$\text{Fall 1:}\quad \frac{X\cdot 2{,}78}{10\,000}\approx 0{,}03,\ \text{und demnach}\ X\approx 108\ \text{kcal/kWh};$$

$$\text{Fall 2:}\quad \frac{X\cdot 3{,}48}{10\,000}\approx 0{,}04\cdots 0{,}045\ \text{und}\ X\approx 115\cdots 129\ \text{kcal/kWh};$$

$$\text{Fall 3:}\quad \frac{X\cdot 4{,}17}{10\,000}\approx 0{,}05\cdots 0{,}06\ \text{und}\ X\approx 120\cdots 144\ \text{kcal/kWh},$$

wobei X die Wärmemenge für 1 kWh der Gesamtstromerzeugung bedeutet, die beim dieselelektrischen Betrieb der Eigenbedarfsanlagen nach der Verwertung der Dieselmotorenabwärme mehr aus dem Betrieb der Hauptturbinen nutzbringend herausgeholt werden muß, als beim dampfelektrischen Betrieb oder beim unmittelbaren Dampfantrieb infolge der hierbei zu verarbeitenden Abwärmemengen und Speisewasser-Temperaturverhältnisse möglich ist. Offenbar wird der Mehraufwand für das Treiböl der Dieselgeneratoren ausgeglichen, wenn es gelingt, obige Forderung zu erfüllen, beispielsweise durch Anzapfung der Hauptturbinen nach dem bereits erwähnten Regenerativverfahren der Vorwärmung des Speisewassers. Rechnet man wie oben mit einem mittleren Dampfverbrauch der Hauptturbinen von 4,5 kg für eine nutzbar abgegebene kWh im Jahresdurchschnitt, so steht die gleiche Kondensatmenge zur Aufnahme der oben berechneten Wärmemengen zur Verfügung; die dabei eintretende Temperaturerhöhung beträgt

$$\text{im Fall 1:}\quad \frac{108}{4{,}5}\approx 24\,^\circ\text{C},$$

$$\text{im Fall 2:}\quad \frac{115}{4{,}5}\approx 25{,}6\,^\circ\text{C}\cdots\frac{129}{4{,}5}\approx 28{,}7\,^\circ\text{C},$$

$$\text{im Fall 3:}\quad \frac{120}{4{,}5}\approx 26{,}7\,^\circ\text{C}\cdots\frac{144}{4{,}5}\approx 32\,^\circ\text{C}$$

und bewegt sich also in leicht beherrschbaren Grenzen. In dem Wärmeschaltbild Abb. 1 ist diese Vorwärmungsstufe beispielsweise in den Hochdruckvorwärmer 15 verlegt, der das Speisewasser mit Anzapf- und Stopfbüchsenabdampf von 1,12 ata von 60,6 ° C auf 94 ° C vorwärmen soll. Tatsächlich wird bei diesem Beispiel diese Endtemperatur bei dem durchgerechneten Vollastbetrieb nicht erreicht; die Mehrkosten des Dieselmotorenbetriebes der Eigenbedarfsanlagen werden also vermutlich durch die Ersparnisse beim Dampfbetrieb der Hauptturbinen infolge der günstigeren Wärmewirtschaft des Regenerativverfahrens der Speisewasservorwärmung mehr als ausgeglichen.

Einen Überblick über die Größenordnung der hierbei zu erwartenden Ersparnisse gibt die folgende Berechnung, die beispielsweise die Betriebsverhältnisse des Kraftwerks „West"-Berlin (Frischdampf von 28 atü und 415 ° C, Vorwärmung des Speisewassers von etwa 29 ° C, nach dem einstufigen Regenerativverfahren um 65 ° C auf 94 ° C und weiter mit Anzapfdampf des Hausturbogenerators in zwei Stufen auf 150 ° C) mit denen eines gleichartigen Kraftwerks vergleicht, dessen Eigenbedarfsanlagen mit Dieselgeneratoren nach dem obenerwähnten Fall a) angetrieben werden. Dabei soll das Speisewasser erst mit der Abwärme der Dieselmotoren bei Vollast und bei dem angenommenen Arbeitsverbrauch des Eigenbedarfs um 15 ° C auf 44 ° C und dann nach dem mehrstufigen Regenerativverfahren mit Anzapfdampf der dafür besonders einzurichtenden Hauptturbinen weiter um 106 ° C auf ebenfalls 150 ° C vorgewärmt werden. Statt 65 werden also 106 kcal, d. h. 63 % mehr Anzapfwärme aus den Hauptturbinen auf das Speisewasser übertragen.

Ist X der Frischdampfverbrauch des Turbogenerators und Y die in den Kondensator eintretende Abdampfmenge = Kondensatmenge in kg/kWh, dann ist $X - Y = Z$ die durch das Regenerativverfahren der Speisewasservorwärmung um t ° C nutzbar gemachte und dem Verlust im Kühlwasser des Kondensators entzogene Anzapfmenge. Rechnet man beispielsweise mit den oben angegebenen Betriebsmittelverhältnissen, so ist die Verdampfungswärme mit rd. 750 kcal/kg und der Wärmeinhalt des Abdampfes bei normaler Dampffeuchtigkeit mit rd. 550 kcal/kg anzunehmen. Dann bestehen bei vereinfachter Darstellung die folgenden Beziehungen:

$$1.\quad X\cdot 750 = Y\cdot 550 + 860 + X\,t$$

und

$$2.\quad (X - Y)\cdot 650 = X\,t,$$

wobei eine verlustlose Verarbeitung des Wärmegefälles aus dem Frischdampf in elektrische Arbeit mit einem Wärmeäquivalent von 860 kcal/kWh und eine verlustlose Durchführung des Regenerativverfahrens mit einem mittleren Wärmeinhalt des stufenweise aus der Turbine entnommenen Anzapfdampfes mit rd. 650 kcal/kg angenommen ist. Die Wirkungsgrade sind also vernachlässigt.

Der Wert t ist dann beispielsweise

beim dampfelektrischen Antrieb der Nebenanlagen 65 ° C,
beim dieselelektrischen Antrieb . . . . . 106 ° C,

wobei die von außen, d. h. durch die Abwärmeverwertung der Eigenbedarfsanlagen erzielte Vorwärmung des Speisewassers um 56 ° C bzw. 15 ° C aus dem Betrieb der Hausturbo- bzw. Dieselgeneratoren nicht berücksichtigt ist.

Löst man obige Gleichungen auf, so ergibt sich beim dampfelektrischen Eigenbedarfsbetrieb mit $t = 65$

ein Frischdampfverbrauch . . . $X = 4{,}6$ kg/kWh,
eine Kondensatmenge . . . . . $Y = 4{,}15$ „
und demnach eine Anzapfdampfmenge . . . . . $Z = 0{,}45$ kg/kWh;

beim dieselelektrischen Eigenbetrieb errechnen sich bei $t = 106$

ein Frischdampfverbrauch . . . $X = 4{,}69$ kg/kWh,
eine Kondensatmenge . . . . . $Y = 3{,}92$ „
und demnach eine Anzapfdampfmenge . . . . . $Z = 0{,}77$ kg/kWh.

Als Auswirkung der größeren Aufnahmefähigkeit des Speisewassers für Anzapfwärme infolge der günstigeren Temperaturverhältnisse werden also beim dieselelektrischen Eigenbetrieb $0{,}77 - 0{,}45 = 0.23$ kg Anzapfdampf je 1 kWh Gesamtstromerzeugung mehr auf das Speisewasser übertragen und dem Verlust im Kondensator entzogen als beim dampfelektrischen Eigenbetrieb. Die damit verbundene Wärmeersparnis von rd. 150 kcal/kWh verursacht eine Senkung der Stromerzeugungskosten bei Kraftwerken mit Steinkohlenfeuerung und Wärmepreisen

von etwa . . 2.78 bzw. 3.48 bzw. 4.17 Pf/10 000 kcal
um etwa . . 0,042 „ 0,052 „ 0,062 Pf/kWh.

Demnach bestätigt sich die oben ausgesprochene Vermutung, daß die an sich nicht sehr erheblichen Mehrkosten des Treibölverbrauchs der Dieselgeneratoren des Nebenbetriebes durch die ebenfalls nicht sehr erheblichen Ersparnisse des Hauptbetriebes reichlich ausgeglichen werden.

Bei den besonders niedrigen Wärmepreisen, die bei Dampfkraftwerken mit billigen Abfallkohlen in den Steinkohlengebieten oder mit Rohbraunkohlenfeuerung vorkommen und die bei den letzteren je nach den Förderungs-

[7] Der Eigenverbrauch neuzeitlicher Großkraftwerke liegt tatsächlich zwischen etwa 1,5 und 5 % der jährlichen Gesamterzeugung an elektrischer Arbeit, wobei die niedrigeren Werte für die sog. Nieder- und Mitteldruckanlagen und die höheren Werte für Hochdruckanlagen gelten. Je nach den örtlichen Betriebsverhältnissen müssen die hier ermittelten Zahlenwerte daher für bestimmte Fälle umgerechnet werden.

Digitized by Google

verhältnissen und Heizwerten der Rohbraunkohle zwischen etwa 1,0 und 2,0 Pf für 10 000 kcal liegen, macht sich naturgemäß der höhere Wärmepreis des Treiböles der Dieselgeneratoren ungünstiger bemerkbar und verursacht bei obigen Beispielen 1 ··· 3 eine Erhöhung der Brennstoffkosten des Dampfbetriebes um 0,055 bis ungünstigstenfalls 0,11 Pf für 1 kWh der Stromerzeugung, also etwa doppelt so hohe Zuschläge bei Rohbraunkohlenfeuerung als bei Steinkohlenbetrieb.

Die entsprechenden Wärmemengen auf 1 kWh und Temperaturerhöhungen je 1 kg Speisewasser liegen dann im Vergleich mit den oben ermittelten Werten bei den Fällen 1 ··· 3 zwischen 366 und 570 kcal/kWh bzw. zwischen 81,5 ° C und 127 ° C und lassen sich ebenfalls ganz oder teilweise durch das Regenerativverfahren der Speisewasservorwärmung verwirklichen.

Danach liegt das Anwendungsgebiet des dieselelektrischen Antriebs der Eigenbedarfsanlagen hauptsächlich in Dampfkraftwerken mit hochwertigen Brennstoffen und mit hohen örtlichen Wärmepreisen, d. h. mit Steinkohlenfeuerung und in zweiter Linie in Anlagen mit billigen Brennstoffen und mit niedrigen Wärmepreisen z. B. in Kraftwerken mit Rohbraunkohlefeuerung.

Da der Platzverbrauch der Dieselgeneratoren verhältnismäßig gering ist, und da ihre Aufstellung in der vorgeschlagenen Weise kaum durch besondere Rücksichten auf die Kessel- und Maschineneinheiten, Rohrleitungen und das sonstige Zubehör der Großkraftwerke beeinflußt wird, sind keine Schwierigkeiten bei der Eingliederung der mit Dieselgeneratoren angetriebenen Eigenbedarfsanlagen zu erwarten; auch wird die Betriebsüberwachung derselben durch die Belegschaft nebenbei ohne besondere Mehrkosten durchgeführt werden können.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß der dieselelektrische Betrieb der Eigenbedarfsanlagen bei niedrigen Anlagekosten und bei annehmbaren Betriebskosten die Frage der Abwärmeverwertung gegenüber dem dampfelektrischen Betrieb und gegenüber dem unmittelbaren Dampfantrieb der Eigenbedarfsanlagen bedeutend vereinfacht und verbilligt und außerdem besonders bei Hochdruckanlagen die Wärmewirtschaftlichkeit des Gesamtbetriebes verbessert. Dazu kommen noch betriebliche Vorteile infolge der vollkommenen Unabhängigkeit des Betriebes der Eigenbedarfsanlagen vom Betrieb der Hauptanlagen und von Störungen im Versorgungsgebiet des Kraftwerks.

Die Brennstoffversorgung.

Der Vollständigkeit wegen sei noch kurz die Brennstoffversorgung der vorgeschlagenen Dieselmotoren für den Eigenbetrieb von Dampfgroßkraftwerken gestreift. Die an sich nicht sehr bedeutenden Treibölmengen für diesen Zweck können leicht außer durch eingeführtes Gasöl (Preislage Herbst 1932 ab Hafentank in Kesselwagen etwa 50 RM/1000 kg + Zoll (48 RM/1000 kg) + Fracht (insgesamt etwa 110 RM ··· 130 RM/1000 kg je nach Frachtlage) auch durch deutsches Gasöl zu annähernd gleichen Preisen gedeckt werden. Außerdem kann deutsches Steinkohlenteeröl für diesen Zweck verwendet werden. Demnach ist die Versorgung derartiger Dieselmotorenanlagen für den Eigenbetrieb der Großkraftwerke mit geeignetem Treiböl nach Menge und Preisstellung ebenso sichergestellt, wie die Versorgung der Hauptanlagen mit festen Brennstoffen.

Zu bedenken ist ferner, daß große Öltanks verhältnismäßig billige und mit einem Mindestmaß an Arbeitskräften bedienbare Speicher großer Wärmemengen sind, da 1 m³ Tankraum rd. 875 ··· 1000 kg Gasöl bzw. Teeröl mit einem Wärmewert von 8,75 ··· 9 Mill kcal fassen kann gegen etwa 900 kg Steinkohle von etwa 6,5 Mill kcal eines Kubikmeters Kohlenbunkerraum. So bietet sich die Möglichkeit, die Wasserrohrkessel des Großkraftwerkes mit Ölzusatzfeuerungen auszurüsten, um

1. den Dampfbetrieb mit Ölfeuerung im Falle von Bergarbeiter- oder Verkehrsarbeiterstreiks oder sonstiger Störungen der Kohlenzufuhr einige Zeit aufrecht zu erhalten (Notreserve);
2. den Dampfbetrieb mit Ölfeuerung im Falle von Streiks der Kraftwerksbelegschaft mit wenigen Arbeitskräften einige Zeit aufrecht zu erhalten, da der mehr auf Menschenarbeit angewiesene Betrieb der Kohlen- und Ascheförderanlagen bei Ölfeuerung entfällt, und da der Ölfeuerungsbetrieb kaum Menschenarbeit erfordert.

Das neue Kabel Key West—Havanna 1930 bis 1931.

(Mitteilung der Norddeutsche Seekabelwerke A. G.)

Übersicht. Das neue Fernsprech-Seekabel zwischen den V. S. Amerika und Cuba ist ein mit Paragutta isoliertes einadriges Kabel, auf dem bis jetzt neben einem Telegraphiekabel drei Fernsprechkreise im Vierdrahtverkehr betrieben werden. Hierfür wird ein Frequenzbereich bis 30 000 Hz benötigt. Der dem unbelasteten Kabel eigentümliche flache Dämpfungsverlauf läßt auch die Benutzung noch höherer Frequenzen zu. Die im Aufbau des Kabels und den Eigenschaften der verwendeten Baustoffe liegenden Gründe hierfür werden zahlenmäßig erläutert.

Im Jahre 1930 wurde von den Norddeutschen Seekabelwerken, Nordenham a. Weser, nach Plänen der Bell Telephone Laboratories, New York, der Forschungsgesellschaft des Bellkonzerns, ein Fernsprechkabel hergestellt und ausgelegt, das sich in mehrfacher Hinsicht von den sonst üblichen Fernsprech-Seekabeln unterscheidet und deshalb ein besonderes Interesse verdient. Es handelt sich um das neue Trägerfrequenzkabel von Key West (Florida, V. S. Amerika) nach Havanna (Cuba), das mit reichlich 200 km ununterbrochener Länge die längste bisher hergestellte Seefernsprechkabel-Verbindung ist.

Zwischen Key West und Havanna sind bereits im Jahre 1921 gleichzeitig drei Fernsprechkabel gelegt worden[1]. Diese Kabel sind als einadrige Krarupkabel mit Guttapercha-Isolierung gebaut; zur Verringerung des Seerückleitungswiderstandes ist über dem der Isolierung zunächst liegenden Teredokupferband ein nicht isolierter Rückleiter in Form von zwei Kupferbändern mit langem Schlag aufgebracht worden. Auf jedem dieser Kabel werden gleichzeitig betrieben: ein Kreis für Gleichstromtelegraphie, ein normaler Sprechkreis und drei Trägerfrequenz-Telegraphiekreise, bei denen in den beiden Sprechrichtungen verschiedene Trägerfrequenzen benutzt werden. Die höchste Trägerfrequenz liegt bei 3800 Hz.

[1] Martin, Anderegg, Kendall, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 41, S. 184 (1922). Traugott, ETZ 1922, S. 1115.

Die Grundlagen für das neue Kabel.

Wie bei den früher zwischen Key West und Havanna und auch an anderen Stellen der amerikanischen Küste verlegten Kabeln wurde wegen der zu überwindenden großen Tiefe, die in der Nähe von Havanna etwa 2000 m beträgt, von der Legung eines mehradrigen Kabels abgesehen. Statt dessen wurde die neue Verbindung als einadriges Kabel für die gleichzeitige Übertragung von mehreren Trägerfrequenzgesprächen gebaut, wobei die elektrischen Eigenschaften so gewählt wurden, daß entsprechend dem zur Verwendung kommenden amerikanischen „System C“[2] die mit einer Trägerfrequenz von etwa 30 000 Hz modulierten Sprechströme noch mit genügender Stärke übertragen werden.

Für einen Betrieb mit Trägerfrequenzen bis zu 30 000 Hz ist ein Krarupkabel aus mehreren Gründen nicht geeignet. Der Grund hierfür liegt einmal in der starken Frequenzabhängigkeit der Dämpfung. Diese wird klar durch eine Betrachtung der für ein Kabel mit künstlich erhöhter Induktivität geltenden Formel:

$$\beta = \frac{1}{2}\left(R_c + R_w + R_n + R_h + L\frac{G}{C}\right)\sqrt{\frac{C}{L}}. \qquad (1)$$

Die Verlustgrößen in der Klammer wachsen sämtlich mit zunehmender Frequenz, u. zw.:

R_c, der Widerstand des Leiters, infolge Stromverdrängung (Hautwirkung),

R_w, die Widerstandszunahme durch Wirbelströme im Belastungsmaterial, mit dem Quadrat der Frequenz,

R_n, die Widerstandszunahme durch Nachwirkungserscheinungen im Belastungsmaterial, proportional der Frequenz,

[2] Affel, Demarest, Green, Bell Syst. techn. J. Bd. 7 S. 564 (1928)

Digitized by Google

R_h, die Widerstandszunahme durch Hysterese, proportional der Frequenz und außerdem proportional der Stromstärke.

$L\,G/C$ bedingt den durch Verluste im Dielektrikum hervorgerufenen Anteil der Dämpfung. Der Faktor G/C wächst etwas stärker als proportional der Frequenz, und da er in der Dämpfungsformel mit der Induktivität multipliziert erscheint, erreicht die Ableitungsdämpfung selbst bei Verwendung hochwertiger Isolierstoffe, d. h. kleinem G/C, unerwünschte Werte.

Von Bedeutung ist der starke Anstieg der Dämpfung infolge der großen Zunahme der Eisenverluste schon bei verhältnismäßig kleiner Frequenz, wie dies in Abb. 2 die Dämpfungskurve der im Jahre 1921 auf der gleichen Strecke geschaffenen belasteten Kabel deutlich zeigt.

Ein weiterer Nachteil der Krarupkabel ist das Auftreten von Oberschwingungen infolge der Hysterese des Belastungsmaterials. Das Verhältnis der Amplitude der erzeugten Oberwelle zu derjenigen der Grundwelle ist u. a. proportional der Frequenz und dem Hysteresefaktor des Eisens[3]. Während im Bereich der Sprechfrequenzen dies Verhältnis in erträglichen Grenzen gehalten werden kann, würde es bei Verwendung von Trägerfrequenzen so groß werden, daß Verzerrungen der Sprache auftreten. Außerdem würden die erzeugten Oberschwingungen z. T. in den Frequenzbereich anderer, gleichzeitig betriebener Sprechkanäle fallen, also Nebensprechen erzeugen.

Im Gegensatz zum Krarupkabel fallen beim unbelasteten Kabel die stark mit der Frequenz anwachsenden Eisenverluste weg, außerdem ist das Ableitungsglied der Dämpfung klein, da die natürliche Induktivität klein ist. Infolgedessen ergibt sich ein bedeutend flacherer Anstieg der Dämpfung mit der Frequenz, wie die Kurve für das neue Kabel in der Abb. 2 es zeigt. Modulationserscheinungen können überhaupt nicht auftreten, da sich im Feld kein Eisen befindet.

Die geschilderten Gründe führten zur Wahl eines unbelasteten Kabels für Trägerfrequenzbetrieb. Hierbei sind noch zwei Möglichkeiten zu unterscheiden. Man kann entweder für Rede und Gegenrede eines Gespräches die gleiche Trägerfrequenz benutzen. Dann benötigt man für 3 Gespräche nur einen Frequenzbereich bis etwa 15 000 Hz. Bei diesem „Zweidrahtbetrieb" darf aber die Gesamtdämpfung des Kabels nicht höher sein als die „Echodämpfung" des Kabels, die durch die Ungleichmäßigkeiten der Impedanz-Frequenzkurve bedingt ist[4]. Eine Abweichung dieser Kurve um 1 % von ihrem Mittelwert, was auch bei unbelasteten Kabeln eine sehr scharfe Fabrikationsvorschrift darstellt, entspricht einer Echodämpfung von 5,3 Neper. Für einen derartigen Betrieb muß also das Kabel für eine Dämpfung von etwa 5 Neper bei der höchsten zu übertragenden Frequenz gebaut werden.

Von der Beschränkung der zulässigen Kabeldämpfung wird man frei, wenn man zu einer Betriebsweise übergeht, die dem Vierdrahtbetrieb auf vielpaarigen Kabeln entspricht. Man erreicht dies, indem man für Rede und Gegenrede eines Gespräches verschiedene Trägerfrequenzen benutzt. Man benötigt also den doppelten Frequenzbereich, d. h. für 3 Gespräche etwa bis zu 30 000 Hz, kann jetzt aber die Kabeldämpfung für die höchste Frequenz auf 10 Neper bemessen, so daß sich im Endresultat ein wirtschaftlicheres Kabel mit größerer Störungsfreiheit ergibt.

Der beschriebenen Betriebsweise entspricht das amerikanische „System C", das auf den Landleitungen bereits seit längerer Zeit verwendet wurde und nun auch auf das neue Seekabel übertragen wurde.

I. Kabelaufbau.

Ein besonderes Merkmal des neuen Kabels ist die Verwendung von Paragutta[5] an Stelle von Guttapercha. Dieser neue Isolierstoff für Seekabel, der aus einer Mischung von entharzter Balata, eiweißfreiem Kautschuk und Harz besteht, war zunächst in den Laboratorien der Bell-Gesellschaft entwickelt worden. In den Betrieben der Norddeutschen Seekabelwerke wurden dann in Gemeinschaft mit Ingenieuren der Bell Telephone Laboratories ausgedehnte Versuche unternommen, um die günstigsten Fabrikationsbedingungen und die elektrischen und mechanischen Eigenschaften unter den verschiedensten Verhältnissen zu erforschen. Eine wesentliche Rolle hierbei spielte auch die Frage der Paragutta-Lötstellen, d. h. der zuverlässigen Verbindung der Isolierung bei der Verbindung zweier Adern miteinander.

[3] Deutschmann, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 6, S. 80 (1929).
[4] Caldwell, Electr. Communic., deutsche Ausgabe, Bd. 9 S. 222 (1931).
[5] Kemp, Franklin J., Januar 1931.

Nachdem größere Vorversuche mit Auslegung von Probekabeln die unbedingte Zuverlässigkeit des neuen Materials bewiesen hatten, wurde es bei dem neuen Kabel zum erstenmal praktisch angewendet. Der große Vorteil der Paragutta liegt in ihren hervorragenden elektrischen Eigenschaften. Normale Guttapercha hat eine Dielektrizitätskonstante ε von 3,0 ··· 3,5. Dagegen hat Paragutta ein ε von 2,6, gestattet also eine bedeutende Materialersparnis. Hierzu kommt eine starke Verminderung der dielektrischen Verluste und damit des auf die Ableitung entfallenden Anteils der Dämpfung. Unter Seebodenverhältnissen (200 atü, 8 ° C) hat Paragutta bei einer Frequenz von 25 000 Hz einen tg δ von etwa 0,002.

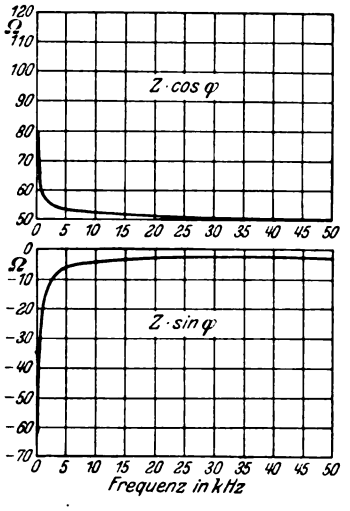
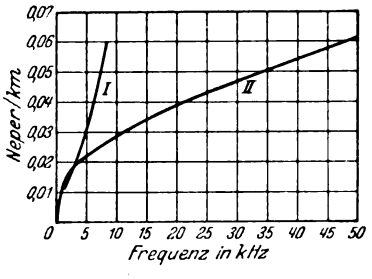


Abb. 1. Wellenwiderstand des Kabels Key West—Havanna.

Das neue Key-West-Kabel (s. Abb. 4) hat einen inneren Kupferleiter von 4,25 mm Dmr. (500 lbs/Sm) und ist mit 670 lbs/Sm Paragutta auf 15,6 mm isoliert. Auf der Ader liegt über einem Nesselband zunächst ein mit Überlappung in kurzem Schlag aufgebrachtes Kupferband von 0,1 mm Dicke als Teredoschutz. Hierüber folgen als Stromrückleitung 6 nicht isolierte Kupferbänder von insgesamt 23 mm² Querschnitt (840 lbs/Sm). Bei den Landungstrecken auf beiden Seiten ist die Ader außerdem noch mit einem Bleimantel überzogen. Die Armierung ist entsprechend der Meerestiefe abgestuft, u. zw. sind die verschiedenen Typen in folgender Weise bewehrt:

Küstenkabel mit Bleiadern .	13 · 7,62 mm Dmr. Eisen
„ , normal . . .	12 · 7,62 „ „ „
Zwischenkabel	16 · 5,08 „ „ „
Tiefseekabel	22 · 2,64 „ „ Stahl, einzeln mit Nessel bewickelt.

Die Gesamtlänge des verlegten Kabels ist 202 km. Der Gleichstromwiderstand des verlegten Kabels beträgt 1,2 Ω/km bei einer Durchschnittstemperatur von etwa 8 ° C, die Gleichstromkapazität 0,112 µF/km und der Isolationswiderstand etwa 220 000 MΩ/km. Den am Kabel nach der Legung gemessenen Verlauf des Wellenwiderstandes und der Dämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz zeigen die Abb. 1 und 2[6]. Der in Abb. 2 wiedergegebene Verlauf der Dämpfung über den Frequenzbereich bis 50 kHz zeigt, daß auch beim unbelasteten Kabel Verluste auftreten, welche mit der Frequenz zunehmen, allerdings, wie der Vergleich mit der Kurve für die belasteten Kabel zeigt, längst nicht so rasch ansteigend.



I Belastet 1921
II Unbelastet 1930

Abb. 2. Dämpfung der Kabel Key West—Havanna.

Der Anteil des Ableitungswiderstandes $L\frac{G}{C}$ ist trotz der hohen Frequenz gering, da sowohl die natürliche Induktivität des Kabels als auch der Faktor G/C der Paragutta klein ist. Der Anstieg der Dämpfungskurve ist vielmehr überwiegend durch die Widerstandserhöhung der Kupferleiter infolge der Stromverdrängung bedingt. Da diese Erscheinung den Dämpfungsverlauf und damit den

[6] Affel, Gorton, Chesnut, Bell Syst. techn. J. Bd. 11 S. 197 (1932).

Digitized by Google

Kabelaufbau maßgebend beeinflußt, sei hierauf etwas näher eingegangen.

Ein Kabel der beschriebenen Bauart kann als Leiter mit konzentrischer Rückleitung angesehen werden, bei der der Rückstrom infolge der hohen Frequenz durch Hautwirkung aus dem umgebenden Seewasser und den Bewehrungsdrähten heraus in die Kupferbänder auf der Oberfläche der Ader gedrängt ist.

Bei der Berechnung des Skineffekts in einem massiven Leiter wird vorausgesetzt, daß der Rückstrom keinen Einfluß auf die Stromverteilung im Leiter hat. Die Stromverdrängung erfolgt dann symmetrisch zur Achse des Leiters in der Weise, daß die Stromfäden an den Rand des zur Verfügung stehenden Querschnitts, also die äußere Oberfläche gedrängt werden (Hautwirkung). Der Betrag der entsprechenden Widerstandserhöhung ist für diesen Fall leicht zu berechnen oder aus Tabellen zu entnehmen. Für das neue Key West-Kabel ist z. B. bei $f = 30\,000$ Hz das Verhältnis $\frac{R_{wi}}{R_{gi}} = 3{,}11$, also der Wechselstromwiderstand des inneren Leiters $R_{wi} = 3{,}11 \cdot 1{,}2 = 3{,}73\ \Omega$/km. Die aus mechanischen Gründen vorgenommene Unterteilung des Leiterquerschnitts in einen massiven Herzdraht von 3,5 mm Dmr. und 6 darüber liegende Bänder bringt infolge des guten Kontaktes zwischen Herzdraht und Bändern keine Änderung der Hautwirkung.

Bei der Berechnung der Hautwirkung in einem rohrförmigen Leiter hängt die Richtung der Stromverdrängung von der Lage des Rückstromes ab. Fließt dieser außerhalb des Rohres, so konzentriert sich der Strom wie beim massiven Leiter auf der äußeren Oberfläche. Handelt es sich aber um eine konzentrische Leiteranordnung, so drängt sich der Strom in beiden Leitern auf der dem anderen Leiter zugewandten Oberfläche zusammen. Die Zusammendrängung ist um so stärker, d. h. der Widerstand wird um so größer und die Induktivität um so kleiner, je höher die Frequenz ist, bis im Grenzfall der Strom nur noch flächenhaft auf den einander zugekehrten Oberflächen der beiden Leiter fließt.

Die Stromleitung im konzentrischen, nicht isolierten Rückleiter kann angesehen werden als Grenzfall eines in der Kabeltelegraphie wichtigen Problems: der Stromrückleitung im umgebenden Seewasser mit praktisch unbegrenzter Ausdehnung. Während beim Telegraphieren mit Gleichstromimpulsen sehr langsamer Folge der Rückstrom einen unbegrenzten Querschnitt ausfüllen kann, wird er bei den Telegraphierfrequenzen neuzeitlicher Schnelltelegraphenkabel (50 ··· 100 Hz) durch Hautwirkung bereits so weit in der Nähe des Kabels konzentriert, daß er infolge des verringerten Querschnittes schon einen merkbaren Widerstand zu überwinden hat. Bei Sprech- oder Trägerfrequenzen würde der Widerstand des Seewassers und der Armierung den Betrieb unmöglich machen. Da der Strom in diesen Fällen aber in der allernächsten Umgebung des Kabels innerhalb der Bewehrung konzentriert ist, kann man das konstruktiv einfache Hilfsmittel benutzen, durch einen nicht isolierten Kupferleiter auf der Ader an der Stelle der größten Konzentration einen Weg guter Leitfähigkeit zu schaffen, bei dessen Bemessung die Stromverdrängung im Kupferleiter selbst natürlich zu berücksichtigen ist.

Als Grundlage für die Berechnung dienen die Ableitungen von Russell[7], die sich auf die Stromverdrängung in einem runden Kupferleiter mit konzentrischem, rohrförmigem Rückleiter beziehen. Da bei Trägerfrequenzen der hier benutzten Größenordnung die Stromleitung im Seewasser und in der Kabelbewehrung erfahrungsgemäß außer Ansatz bleiben kann, können wir die Russellschen Formeln für unsere Zwecke anwenden.

Für die beim Trägerfrequenzkabel vorliegenden Verhältnisse gilt dann

$$R_{wa} = \frac{\varrho\, m}{2\pi b \sqrt{2}} \cdot \frac{\mathfrak{Sin}\, x + \sin x}{\mathfrak{Cof}\, x - \cos x} \tag{2}$$

für den Widerstand des als Rohr angesehenen Rückleiters. Hierin ist

b innerer Halbmesser des äußeren Leiters,
c äußerer „ „ „ „ „,

$$m = \sqrt{\frac{4\pi\omega}{\varrho}}, \qquad x = m(c-b)\sqrt{2},$$

ϱ spezifischer Widerstand des Kupfers, $\omega = 2\pi f$.

Alle Werte sind in cgs-Einheiten gerechnet und die Permeabilität von Kupfer und Isolierstoff gleich 1 gesetzt.

[7] Russell, Phil. Mag. Bd. 17, S. 524.

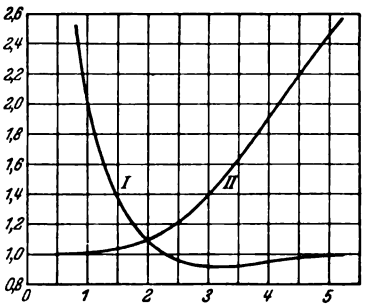
Setzt man den Gleichstromwiderstand des Rohres näherungsweise

$$R_{ga} = \frac{\varrho}{2\pi b (c-b)}\ \text{cgs}, \tag{3}$$

so wird das Verhältnis von Wechselstromwiderstand zu Gleichstromwiderstand

$$\frac{R_{wa}}{R_{ga}} \approx \frac{x}{2} \cdot \frac{\mathfrak{Sin}\, x + \sin x}{\mathfrak{Cof}\, x - \cos x}. \tag{4}$$

Abb. 3 zeigt in Kurve *I* den Verlauf der Winkelfunktion, in Kurve *II* das nach der Näherungsformel (4) berechnete Widerstandsverhältnis in Abhängigkeit vom



Kurve I: $\frac{\mathfrak{Sin}\, x + \sin x}{\mathfrak{Cof}\, x - \cos x} = f(x)$

Kurve II: $\frac{x}{2} \cdot \frac{\mathfrak{Sin}\, x + \sin x}{\mathfrak{Cof}\, x - \cos x} = f(x)$

Abb. 3.

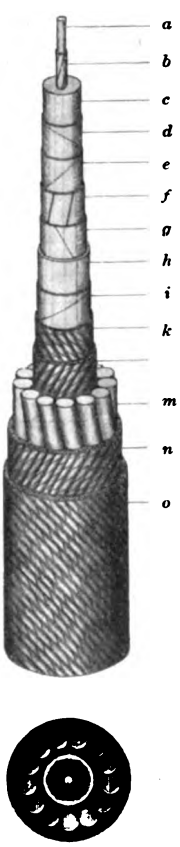
Argument x. Für sehr hohe Frequenzen wird die Winkelfunktion gleich 1. Der Wechselstromwiderstand eines Rohres wird dann

$$R_{wa} \approx \frac{1}{b} \sqrt{\varrho f}\ \text{cgs} \tag{5}$$

analog dem Grenzwert für den Wechselstromwiderstand des inneren Leiters:

$$R_{wi} \approx \frac{1}{a} \sqrt{\varrho f}\ \text{cgs}, \tag{6}$$

worin a der Halbmesser des Leiters ist.



Diese Gleichungen (5) und (6) sind der Ausdruck dafür, daß der Strom nur noch flächenhaft auf den einander zugekehrten Oberflächen der Leiter fließt.

Beim Key West-Kabel beträgt der Gleichstromwiderstand der Kupferrückleitung unter Berücksichtigung der schraubenförmigen Lage der Bänder rd. 0,73 Ω/km; die Stromverdrängung bewirkt bei 30 000 Hz eine Erhöhung um 25 %, so daß der Wechselstromwiderstand $R_{wa} = 0{,}91\ \Omega$/km ist.

Aus der Russellschen Ableitung ergibt sich in Verbindung mit dem Widerstand auch ein Ausdruck für die Induktivität eines aus Mittelleiter und umschließendem Rohr bestehenden Systems. Messungen haben gezeigt, daß in dem hier interessierenden Frequenzbereich die

a runder Kupferleiter
b 6 Deckbänder
c Paragutta-Isolation
d Nesselband
e Teredo-Kupferband
f Kupferrückleiter
g Nesselband
h Bleimantel } nur bei den kurzen
i Nesselband } Landungstrecken
k, l Jutepolster
m Armaturdrähte
n, o äußerer Juteschutz

Abb. 4. Aufbau des Kabels Key West—Havanna.

Induktivität sehr gut durch folgende Näherungsformel wiedergegeben wird:

$$L = 2 \ln \frac{b}{a} + \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\varrho}{f}} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \text{cgs}, \tag{7}$$

Digitized by Google

wobei die Permeabilitäten wieder gleich 1 gesetzt sind. Für das Key West-Kabel errechnet sich hieraus bei $f = 30\,000$ eine Induktivität $L = 0{,}268 + 0{,}022 = 0{,}29$ mH/km.

II. Betrieb.

Das neue Kabel ist inzwischen mit gutem Erfolg in den amerikanisch-cubanischen Sprechverkehr eingegliedert[8]. Seine drei Trägersprechkreise sind in Leitungen New York—Havana eingeschaltet, außerdem ist ein Gleichstrom-Telegraphiekanal eingerichtet. Die Gespräche der einen Richtung benutzen das obere Seitenband der Träger 6300, 9400 und 12 900 Hz, während in der Gegenrichtung die unteren Seitenbänder der Träger 20 700, 24 400 und 28 500 benutzt werden. Der Sprechfrequenzbereich bleibt also vorläufig frei. Darüber hinaus hofft man, auch den Frequenzbereich oberhalb 30 000 Hz nach Entwicklung der erforderlichen Apparatur noch für drei weitere Zweifrequenzgespräche auszunutzen, sobald der Bedarf hierfür vorliegt. Diese Zahlen geben ein anschauliches Bild von der Leistungsfähigkeit eines derartigen neuzeitlichen einadrigen Seekabels, ein Erfolg, an dem Forschung, Kabeltechnik und Betrieb gleichermaßen beteiligt sind, und der gleichzeitig ein Beispiel ist für den Nutzen zwischenstaatlicher Zusammenarbeit auf technischem Gebiet. Dipl.-Ing. C. Traugott.

[8] Kannenberg, Bell Laboratories Record 1931, S. 416.

Erwärmungsprobleme.

Von Ing. Dr. techn. **Wilhelm Zorn**, Steeg-Wien.

Übersicht. Es werden bedeutsame Fälle der Praxis rechnerisch erfaßt, wobei die Beeinflussung benachbarter, verschieden stark erwärmter Körper als immer wiederkehrender Fall geeignet erscheint, die Verhältnisse auch in komplizierten Apparaturen vorausberechnen, also auch für den Überlastungsbetrieb[1] (R.E.M. 1930, § 43). Sowohl die Integration der Abkühlungskurve als auch die der Erwärmungslinie sind in ihren letzten Konsequenzen von mehr als rein wissenschaftlichem Interesse. Die Bestimmung der mittleren Höchsttemperatur im aussetzenden Betrieb gibt die mathematische Erklärung für die berechtigte Approximation der e-Potenzen durch die ersten Reihenglieder, wie sie uns nach Oelschläger geläufig sind[2]. Die kritische Betrachtung des Wärmeabgabe-Koeffizienten berücksichtigt die letzten Versuchsergebnisse[3].

A. Die Erwärmung und ihre Vorausberechnung.

Die Konkurrenzfähigkeit des Entwurfes steigt mit der größterreichten Ausnutzung. Diese soll nicht nur elektrisch und mechanisch, sondern auch thermisch bis an die obere Grenze erreicht werden. Immer sind ja die elektrischen Beanspruchungen durch die Spannung oder die auftretende Erwärmung begrenzt und in der Praxis durch mittlere Erfahrungswerte festgelegt. Zur Erreichung der höchsten thermischen Leistungsgrenze (soweit es die Sicherheitsvorschriften gestatten) interessieren daher nicht nur der normale Vollast-Dauerbetrieb, es müssen alle auftretenden Betriebsfälle erfaßt werden können: von der kurzzeitigen Störungsüberlastung[4] bis zum regelmäßig aussetzenden Betrieb[5]. Man erkennt aus zahlreichen Veröffentlichungen darüber, daß sich für einen bestimmten Apparateteil die Erwärmung im aussetzenden Betrieb als ein gewisser Prozentsatz des Dauerbetriebswertes darstellen läßt.

Der Einwand, daß die gesamte Rechnung auf die Oberfläche und nicht auf das Innere Bezug habe, ist durch das bekannterweise rechnerisch ermittelbare Verhältnis von Oberflächen- zur Innenübertemperatur zu widerlegen. Im allgemeinen ist es möglich, bei Bekanntsein dieser Größe, die nur von linearen Aufbaumaßen abhängig ist, überhaupt nur mit Oberflächentemperaturen zu rechnen, was im Abschnitt G. von Vorteil sein wird.

B. Die Erwärmungslinie.

Der Verlauf der Erwärmungskurve folgt mit großer Annäherung dem einer logarithmischen Kurve, wobei Differenzen durch die Inkonstanz des Wärmeabgabe-Koeffizienten c_s bedingt sind[6]. c_s gibt uns die Wärmeabgabe je Flächeneinheit für 1 ° Temperaturerhöhung in der Zeiteinheit in Kalorien, also in cal/°, cm², s an. Dieser Wärmeentzug setzt sich aus Strahlung, Leitung und Konvektion zusammen, wobei die Strahlung in ihrer Wirkung gering bleibt:

$$q_s = \sigma \cdot 10^{-4}[T_1^4 - T_2^4] \text{ in cal/s, cm}^2.$$

σ ist die Strahlungskonstante. Die Wärmeleitung in cal/s, cm² und cm Wärmeweglänge ist dem Temperaturgefälle proportional, $q_e = \lambda_1(\tau_1 - \tau_2)$, wobei λ_1 die Wärmeleitfähigkeit ist. Der Wärmeentzug durch Konvektion läßt sich in zwei Grenzfälle teilen: 1. bei freier Strömung, 2. bei aufgezwungener Strömung.

1. Wärmeentzug durch Konvektion bei freier Strömung.

Dieser Fall tritt bei allen stillstehenden, selbstkühlenden Maschinenteilen auf durch Wärmeentzug bei Bewegung des erwärmten Kühlmittels. Bereits Rietschel[7] hat die alten Versuche von Péclét[8] benutzt, doch stehen neueren Versuchen genauere Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Nusselt[9] und Hencky[10] fanden zwei prinzipielle Unterschiede der Koeffizienten, je nach der Anordnung der zu kühlenden Fläche. Nach Abb. 1 und 2 ist das Bild an der Kühlfläche zu erkennen und die Auflösung des unbehinderten Luftstromes in Teilwirbel.

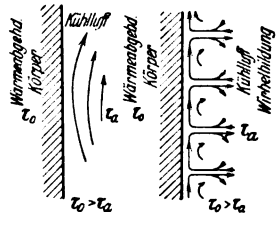


Abb. 1. Kühlluftströmung an vertikalen Flächen und die Auflösung in Teilwirbel.

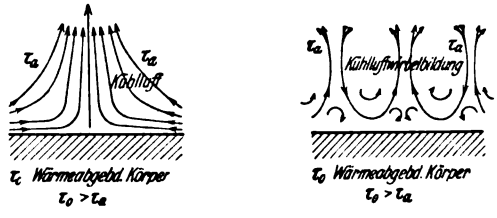


Abb. 2. Kühlluftströmung an horizontalen Flächen und die Auflösung in Teilwirbel.

Hencky fand für α:

$$\alpha_V = 2{,}2 \sqrt[4]{\tau_0 - \tau_a} \quad \text{für vertikale Flächen und}$$

$$\alpha_H = 2{,}8 \sqrt[4]{\tau_0 - \tau_a} \quad \text{für horizontale Flächen,}$$

wenn die Temperaturdifferenz größer ist als 5 °. Nach Nusselt (für $[\tau_0 - \tau_a] < 5°$) ist $\alpha = 3{,}0 + 0{,}08(\tau_0 - \tau_a)$, wobei die Differenz durch die Unvermeidlichkeit der Luftbewegung durch Atmung, Bewegung des Untersuchenden usw. zu erklären ist, da sonst der Grenzwert für $\Delta\tau = 0$ $\alpha = 3{,}0$ ist. Die vierte Wurzel hat bereits

---

[1] ETZ 1929, S. 836; Überlastung.

[2] Oelschläger, Berechnung von Widerständen, Motoren u. dgl. für aussetzenden Betrieb, ETZ 1900, S. 1058.

[3] Siehe Fußnoten 7 ··· 14, 17.

[4] Winkler, Das Erwärmungsproblem (Belastungszeit des Motors), Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 256 (1925). — Gerstmann, Zur Erwärmung ungleichmäßig belasteter elektrischer Maschinen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 629 (1926). — Edler, Die Wartezeit des Motorschutzschalters, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 907 (1930). — Niethammer, Stoßkurzschlußgeneratoren, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 1077 (1930). — Vientze, Beitrag zur Frage der Auslösecharakteristik von Motorschutzschaltern, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 201 (1931).

[5] Gerstmann, siehe Fußnote 4. — Diesendorf, Eine einfache Formel für die Höchsterwärmung im regelmäßig aussetzenden Betrieb, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47, S. 438 (1929). — Zorn, Zur Theorie des aussetzenden Betriebes, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 837 (1930).

[6] Morris, Elliot und Lewes, Untersuchungen über das Gesetz der Erwärmung von Transformatoren, Electrician 1912. — Gramisch, Ermittlung genauer Erwarmungs- und Abkühlungslinien, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 776 (1926). — Gramisch-Oelschläger, Briefwechsel zu obigem Aufsatz, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 919 (1926).

[7] Rietschel, Leitfaden zur Berechnung von Lüftungsanlagen.

[8] Péclét, Traité de la Chaleur. Paris 1860.

[9] Nusselt, Die Warmeleitfahigkeit von Isolierstoffen, Mitteilungen über Forschungsarbeiten Heft 63/64, Anhang S. 72, 1909. — Wamsler, Die Wärmeabgabe geheizter Körper an Luft. Mitteilungen über Forschungsarbeiten Heft 98/99, S. 58, 1911. — Langmuir, Laws of Heats Transmission. Proc. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 32, S. 389 (1913).

[10] Hencky, Untersuchungen zur Isolierung von Kühlräumen, Z. ges. Kälteind. 1915, S. 79. — Hencky, Warmeverluste durch ebene Wände. Verlag R. Oldenbourg 1921.

Digitized by Google

Lorenz[11] theoretisch begründet, und so darf die Hencky-Formel als für den Gebrauch entsprechend angesehen werden. Die in der Zeiteinheit übertragene Wärmemenge berechnet sich zu

$$q_k = \alpha(\tau_0 - \tau_a) = (2{,}2 \cdots 2{,}8)\,(\tau_0 - \tau_a)^{5/4} \text{ in cal/s, cm}^2.$$

2. Aufgezwungene Strömung.

Dieser Fall liegt bei allen Maschinen mit rotierenden Teilen sowie solchen mit Umlaufkühlung oder Kühlluftventilation vor. Es gibt Faustformeln von Esson, Ossanna, Kapp u. a. m.:

$$\alpha_1 = a + b\,v;\quad \alpha_2 = c + d\sqrt{v};\quad \alpha_3 = e + f\sqrt{v} + g\,v \text{ usw.},$$

über den Einfluß der Relativgeschwindigkeit zur gekühlten Fläche.

Jürges[12] hat nach Versuchen über Wärmeübergangszahlen in bewegter Luft, also aufgezwungener Strömung, eine Formel aufgestellt, deren prinzipieller Aufbau von Latzko[13] bestätigt wurde, der von der Prandtl-Kármánschen Grenzschichttheorie ausging; nur im konstanten Glied ergeben sich kleinere Abweichungen, die sich durch die Vereinfachungen Latzkos bei seinen theoretischen Grundlagen erklären lassen. Jürges fand

$$\alpha = b\,(v\,p)^{0{,}78}\,L^{-0{,}22},$$

$$b = 0{,}0536\,\frac{\lambda}{a_1^{0{,}78}} \cdot 3600^{0{,}78}.$$

λ Wärmeleitzahl
$a_1 = \lambda/c\,g\,\varrho = \lambda/c\,\gamma$ Temperaturleitfähigkeit bei 1 ata
c spezifische Wärme der Gewichtseinheit
g Erdbeschleunigung
ϱ Massendichte
γ spezifisches Gewicht
v Kühlluftgeschwindigkeit in m/s
p absoluter Druck (in ata)
L Länge der Kühlmitteleinwirkung.

Latzko erhielt statt des Koeffizienten $L^{-0{,}22}$ nur $L^{-0{,}2}$, während die Konstante 0,0586 nur 0,0356 betrug, doch scheint der Aufbau der Gleichung bestätigt. Dementsprechend ändert sich der Exponent 0,78 in 0,8.

Merkel[14] hat für b eine Tafel in Abhängigkeit von der Temperatur zusammengestellt, welche für Luft, Sauerstoff, Stickstoff und andere zweiatomige Gase gilt und teilweise wiedergegeben sei:

t	0	50	100	150 ° C
b	5,76	5,08	4,68	4,35.

Die Werte für α verstehen sich für polierte Flächen; jene für glattgewalzte sind um 0,3 %, jene für gerauhte Flächen um 5,7 % zu erhöhen (für $v > 5$ m/s entsprechen diese Werte den Tatsachen). Auch hier berechnet sich die übertragene Wärmemenge

$$q_k = \alpha(\tau_0 - \tau_a)$$

in cal/s, cm.

Da nun c_s durch Summation der Teilglieder für Strahlung, Konvektion und Leitung zusammengesetzt wird, aber unabhängig von der Temperatur angenommen ist, so müssen wir in dem praktisch gebräuchlichen Bereich von 0 ··· 100 ° mit einem mittleren c_{s_m} rechnen. Die Gleichung der Erwärmungslinie lautet:

$$\tau = \tau_{max}\,(1 - e^{-t/T}), \tag{1}$$

wobei τ die nach t Sekunden erreichte Endtemperatur ist, während τ_{max} die Temperatur nach unendlich langer Zeit wäre. τ_{max} läßt sich nach Gl. (2) darstellen:

$$\tau_{max} = \frac{\sum V}{O\,c_s}, \tag{2}$$

worin $\sum V$ die gesamten Verluste in dem betrachteten Maschinenteil, O dessen Oberfläche in cm² bedeuten. Im Ansatz (1) ist der Temperatur-Zeit-Faktor T eine dem Körper eigene Größe und durch dessen Aufbau bedingt:

$$T = \frac{\sum G\,c}{\sum O\,c_s}. \tag{3}$$

$\sum G\,c$ ist die Summe aller wärmeabsorbierenden Gewichte jedes Teiles mit deren spezifischer Wärmekapazität vervielfacht. Über die geometrische Bedeutung von T stellt Edler[15] eine eingehende Betrachtung an. Die Erwärmungslinie zeigt Abb. 3.

C. Die Integration der Erwärmungslinie.

Aus der Abb. 3 erkennen wir, daß der Flächenstreifen df des Zeitdifferentials dt, begrenzt durch die Abszissenachse und die τ_{max}-Linie, durch die Erwärmungslinie in zwei Teilflächen df_1 und df_2 zerlegt wird:

$$df_2 = \tau_{max}\,dt - df_1. \tag{4}$$

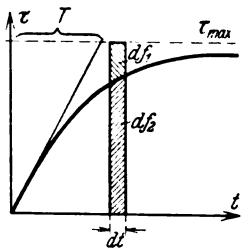


Abb. 3. Die Erwärmungslinie.

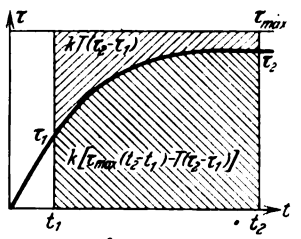


Abb. 4. Integration der Erwärmungslinie.

Integrieren wir nun die Gleichung der Erwärmungslinie, so ergibt sich die Fläche unter der Kurve:

$$F_2 = \int_{t_1}^{t_2} \tau\,dt = \tau_{max}\,(t_2 - t_1) - T\,(\tau_2 - \tau_1). \tag{5}$$

Durch die Integration der Gl. (4) ergibt sich:

$$F_2 = \tau_{max}\,(t_2 - t_1) - F_1, \tag{4a}$$

demnach folgt aus Gl. (4a) und (5) die Größe der Fläche oberhalb der Erwärmungslinie bis zur τ_{max}-Linie:

$$F_1 = T\,(\tau_2 - \tau_1), \tag{6}$$

$$F_1 + F_2 = F = \tau_{max}\,(t_2 - t_1). \tag{7}$$

Nun ist die in unserem Apparat entwickelte Wärmemenge nach Ansatz

$$\sum V\,(t_2 - t_1) = |\,Q_v\,|_{t_1}^{t_2} = k\,\tau_{max}\,(t_2 - t_1), \tag{7a}$$

wobei $Oc_s = k$ ist. Von dieser Verlustwärme ist die in der Spule aufgespeicherte

$$Q_1\,|_{\tau_1}^{\tau_2} = G\,c\,(\tau_2 - \tau_1) = k\,T\,(\tau_2 - \tau_1). \tag{6a}$$

Die von der Spule abgegebene Wärmemenge ist schließlich die Differenz von (7a) und (6a):

$$|\,Q_2\,|_{t_1}^{t_2} = k\,[\tau_{max}\,(t_2 - t_1) - T\,(\tau_2 - \tau_1)]. \tag{5a}$$

Vergleichen wir nun die Ansätze (5) mit (5a), (6) mit (6a) und (7) mit (7a), so erkennen wir, daß die Fläche zwischen Kurve und τ_{max}-Linie der aufgespeicherten Wärmemenge Q_1 proportional ist (Abb. 4), während die Fläche unter der Kurve uns Q_2, also den Wärmeentzug angibt. Die Fläche unter der Erwärmungslinie ist mit der Verlustwärme identisch.

D. Die Abkühlungskurve.

Die Abkühlungskurve (Abb. 5) ist das Spiegelbild der Erwärmungskurve. War (1) die Gleichung der Erwärmungskurve, so lautet die der Abkühlungslinie[15]:

$$\tau = \tau_{max}\,e^{-t/T}, \tag{8}$$

wobei τ_{max} die Temperatur zu Beginn der Abkühlung bedeutet.

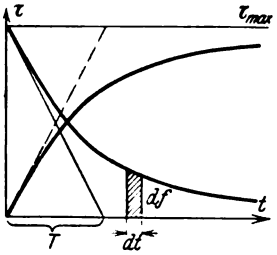


Abb. 5. Die Abkühlungslinie als Spiegelbild der Erwärmungslinie.

E. Die Integration der Abkühlungskurve.

$$F_1 = \int_{t_1}^{t_2} \tau\,dt = T\,(\tau_1 - \tau_2). \tag{9}$$

Die während der Abkühlungsperiode abgegebene Wärmemenge Q_a ist

$$dQ_a = G\,c\,dt$$

$$\int_{t_1}^{t_2} dQ_a = k\,T\,(\tau_1 - \tau_2). \tag{9a}$$

Wir ersehen aus Gl. (9) bzw. (9a), daß die Fläche unter der Abkühlungslinie die abgegebene Wärmemenge darstellt.

[11] Lorenz, Über das Wärmeleitvermögen der Materie für Wärme und Elektrizität. Wiedemanns Ann. Bd. 13, S. 582 (1881).
[12] Jürges, Der Wärmeübergang an einer ebenen Wand. Beihefte z. Gesundh.-Ing., Reihe 1, Nr. 19, Verlag R. Oldenbourg 1923.
[13] Latzko, Der Wärmeübergang an einem turbulenten Flüssigkeits- oder Gasstrom. Z. angew. Math. Mech. 1921, S. 268.
[14] Merkel, Die Grundlagen der Wärmeübertragung. Verlag Steinkopff 1927.
[15] Ableitung siehe unter Fußnote 4 (Edler).

Digitized by Google

F. Bestimmung der mittleren Grenztemperatur im aussetzenden Betrieb.

Der Fall des aussetzenden Betriebes mit unendlicher Spielzahl ergibt letzten Endes eine mittlere Grenztemperatur τ_{m_g} (Abb. 6), welche ein Abhängigkeitsverhältnis zu τ_{max} bei Berücksichtigung der Belastungs- und Spielzeit ergibt. Dies erhalten wir durch Ableitung des Mittelwertes der Integrale für die Erwärmungs- und Abkühlungsphase. Bekannt ist nach Oelschläger[16]:

$$\tau_h = \frac{1-e^{-A}}{1-e^{-s}}\,\tau_{max}, \qquad (10)$$

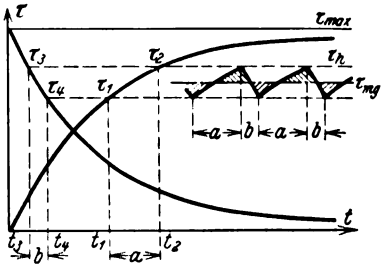


Abb. 6. Der aussetzende Betrieb nach unendlicher Spielzahl.

somit auch τ_h und p, wenn

$$\tau_h\, p = \tau_{max} \qquad (10a)$$

oder

$$p = \frac{1-e^{-s}}{1-e^{-A}} = \frac{e^{A}-e^{-B}}{e^{A}-1} \qquad (10b)$$

und ebenso $a/T = A$, auch relative Einschaltdauer genannt, $b/T = B$, $s/T = S$ sind, wobei a die Erwärmungszeit eines Spieles s und b dessen Abkühlungszeit darstellen. Gesucht ist τ_{m_g} als Integralmittelwert:

$$\tau_{m_g} \frac{1}{a+b}\left[\int_{\tau_1}^{\tau_2}\tau'\,dt + \int_{\tau_3}^{\tau_4}\tau\,dt\right].$$

Für das Erwärmungs- bzw. Abkühlungsintegral gelten die Gl. (1) bzw. (8). Durch Einsetzen und Auswertung ergibt sich:

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2}\tau\,dt = \tau_{max}\left[a + T\,e^{-t_2/T}(1-e^{-a/T})\right],$$

$$\int_{\tau_3}^{\tau_4}\tau'\,dt = \tau_{max}\,T\,e^{-t_3/T}\left(e^{-b/T}-1\right),$$

demnach

$$\tau_{m_g} = \frac{\tau_{max}}{S}\left[A - e^{-t_2/T}(e^{A}-1) - e^{-t_3/T}(e^{-B}-1)\right].$$

Führen wir den Belastungskoeffizienten q entsprechend p ein, so ergibt sich:

$$\tau_{m_g} = q = \tau_{max} \qquad (11)$$

oder

$$q = \frac{S}{A - e^{-t_2/T}(e^{A}-1) - e^{-t_3/T}(e^{-B}-1)}.$$

Vorausgesetzt ist

$$\tau_h = \tau_2 = \tau_3 = \tau_{max}\frac{1}{p} = \tau_{max}\left(1-e^{-t_3/T}\right) = \tau_{max}\,e^{-t_2/T};$$

daraus

$$-e^{-t_2/T} = \frac{e^{B}-1}{e^{A}-e^{-B}}; \qquad e^{-t_3/T} = \frac{e^{A}-1}{e^{A}-e^{-B}}.$$

Dies eingesetzt, erhalten wir:

$$q = \frac{S}{A + \frac{(e^{B}-1)(e^{A}-1)}{e^{A}-e^{-B}} - \frac{(e^{A}-1)(e^{B}-1)}{e^{A}-e^{-B}}} = \frac{S}{A} = \frac{s}{a} \qquad (12)$$

oder

$$\tau_{m_g} = \tau_{max}\frac{a}{s} = \tau_{max}\frac{a}{a+b}. \qquad (11a)$$

Wir erkennen, daß nur die relative Einschaltdauer für die Höhe der mittleren Grenztemperatur ausschlaggebend ist. Dieselbe Näherungsformel erhalten wir, wenn wir in Gl. (10b) die e-Potenzen angenähert durch die ersten Glieder der entsprechenden Reihe ersetzen:

$$p = \frac{1-e^{-S}}{1-e^{-A}} = \frac{1-1+S-\frac{S^2}{2}+\frac{S^3}{6}-\dots}{1-1+A-\frac{A^2}{2}+\frac{A^3}{6}-\dots}.$$

Wird nun A bzw. S sehr klein, d. h. T gegenüber der Einschaltdauer und Spielzeit sehr groß, so fallen bereits die quadratischen Glieder weg, und p wird annähernd gleich q:

$$p \approx \frac{S}{A} = \frac{s}{a} = q, \qquad (12a)$$

welche Näherungsgleichung durch die Integral-Mittelwertbildung in ihrer Richtigkeit nachgewiesen und berechtigt erscheint.

G. Gegenseitige Wärmebeeinflussung.

Benachbarte Körper ungleicher Temperatur beeinflussen sich gegenseitig und finden ein Analogon in der gegenseitigen Beeinflussung von benachbarten Leitungssystemen. Wir können für unseren Fall ein den Maxwellschen Gleichungen ähnliches System von Gleichungen aufstellen:

$$q_\mu = \alpha_{\mu_1}\tau_1 + \alpha_{\mu_2}\tau_2 + \dots + \alpha_{\mu_n}\tau_n. \qquad (13)$$

q_μ ist die auf den μ-ten Körper bezogene Wärmemenge. Wären alle Körper bereits auf ihrer Höchsttemperatur angelangt, so wäre

$$Q_\mu = \alpha_{\mu_1}\tau_{max_1} + \alpha_{\mu_2}\tau_{max_2} + \dots + \alpha_{\mu_n}\tau_{max_n}, \qquad (13)$$

d. h. Q_μ ist die der tatsächlich — statt der durch die Verluste im μ-ten Körper bestimmten Temperaturerhöhung τ_{max_μ} — erreichten τ'_{max_μ} entsprechende Strahlungswärme:

$$O_\mu c_{s_\mu}\tau_\mu' = \alpha_{\mu_1}\tau_1 + \alpha_{\mu_2}\tau_2 + \dots + \alpha_{\mu_n}\tau_n. \qquad (13a)$$

Ferner gilt:

$$\alpha_{\mu\nu} = \alpha_{\nu\mu}. \qquad (14)$$

Diese Temperaturbeeinflussungszahl $\alpha_{\mu\nu}$ ist von den beiden Körpern μ und ν sowie von ihrer gegenseitigen Lage abhängig. $\alpha_{\mu\nu}$ hat dieselbe Dimension wie $O\,c_s$; sie gibt an, welche Wärmemenge zwischen den betrachteten Körpern in Wechselwirkung tritt.

$$\alpha_{\mu\nu} = O_\mu c_{s_\mu} + \sum_1^x Q_{\mu\nu}\,\varkappa_{\mu\nu_m}\,r_x + O_\nu c_{s_\nu}. \qquad (15)$$

$1/O_\mu c_{s_\mu}$ stellt den Widerstand gegen den Wärmestrom $O_\mu c_{s_\mu}(\tau_\mu - \tau_a)$ dar, wenn uns $(\tau_\mu - \tau_a)$ die Wärmespannung, das Wärmegefälle angibt. $\alpha_{\mu\nu}$ ist die Summe der Leitwerte (wie in Reihe geschaltete Kondensatoren). Im mittleren Glied bedeuten: $Q_{\mu\nu}$ die Normalschnittfläche des Wärmepfades zwischen den Körpern μ und ν; $\varkappa_{\mu\nu_m}$ ist die mittlere Wärmeleitfähigkeit je cm; r_x ist der Normalabstand je Medium zwischen O_μ und O_ν in cm.

Das Gleichungsystem kann auch in einer andern Zusammenstellung in folgender Form angewendet werden:

$$\left.\begin{aligned} q_1 &= O_1 c_{s_1}\tau_1' = \beta_{11}\tau_1 + \beta_{12}(\tau_1-\tau_2) + \beta_{13}(\tau_1-\tau_3) + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ q_i &= O_i c_{si}\tau_i' = \beta_{i1}(\tau_i-\tau_1) + \dots + \beta_{ii}\tau_i + \dots \\ &\qquad + \beta_{ik}(\tau_i-\tau_k) + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

Daraus errechnet sich die jeweilige Temperaturerhöhung im i-ten Körper bei verschieden lang dauernder Belastung:

$$\tau_i' = \frac{1}{O_i c_{s_i}}\left[\beta_{i1}(\tau_i-\tau_1) + \dots + \beta_{ii}\tau_i + \dots + \beta_{ik}(\tau_i-\tau_k) + \dots\right], \qquad (16a)$$

wobei

$$\tau_n = \tau_{max_n}\left(1-e^{-t_n/T_n}\right)$$

ist. Die Koeffizienten α und β hängen noch wie folgt zusammen:

$$\alpha_{ii} = \beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{13} + \dots + \beta_{1n};\ \alpha_{12} = -\beta_{12};\ \alpha_{21} = -\beta_{21}. \qquad (17)$$

α_{11} ist also die Summe der Teilübergangsziffern. Die Gleichungsysteme zeigen den dem allgemeinsten Fall entsprechend komplizierten Aufbau; in Sonderfällen, die gewöhnlich auszuwerten sind, zeigt sich weitgehende Vereinfachung.

[16] Wie Fußnote 2.

Digitized by Google

Die Versorgung Norwegens mit elektrischer Arbeit für bürgerliche Zwecke.

Von Norberg Schulz, Oslo.

Übersicht. Die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Norwegens im Jahre 1931 wird durch die neuesten statistischen Zahlen beleuchtet.

Wie die vorliegenden Angaben der Hauptverwaltung des norwegischen Wasserbau- und Elektrizitätswesens über die Elektrizitätsversorgung Norwegens für bürgerliche Zwecke im Jahre 1931[1] zeigen, entwickelt sich die Elektrisierung Norwegens langsam. Die Sättigung scheint also unter den gegenwärtigen technisch und wirtschaftlich schlechten Verhältnissen erreicht zu sein. Die Bevölkerung Norwegens wurde im Jahre 1930 zu 2 809 000 Köpfen angegeben, während sie jetzt zu 2 831 000 geschätzt worden ist. Die letzte Zählung fand im Jahre 1930 statt.

Zu der genannten Zeit waren etwa 890 Mill RM[2] in den Elektrizitätswerken investiert, wovon etwa 455 Mill RM auf die Stromerzeugungsanlagen und etwa 435 Mill RM auf die Übertragungs- und Verteilungsanlagen entfielen. Die Kapitalien sind etwas niedriger wie im Jahre 1930, weil die Werte entsprechend abgeschrieben sind. Mit ihnen waren insgesamt 532 000 kW Generatorenleistung ausgebaut, was etwa 856 RM je installiertes kW für die Stromerzeugungsanlagen entspricht.

Die Gesamtkosten der Elektrizitätswerke betrugen durchschnittlich etwa 1670 RM/kW, wobei die Kosten der Hausinstallationen und Verbrauchsapparate nicht berücksichtigt sind. Man schätzt die Kosten der letzteren auf rd. 380 Mill RM — oder rd. 700 RM/kW Generatorleistung —, so daß sich ein Kapitalaufwand von etwa 2400 RM je verfügbares Kilowatt Generatorleistung ergibt. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß für die Elektrizitätslieferung zu bürgerlichen Zwecken 553 000 kW zur Verfügung standen, während die Gesamtleistung der Kraftanlagen 532 000 kW betrug. (Im vorigen Jahre wurde die Leistung wegen eines Druckfehlers zu 590 000 statt 570 000 kW angegeben.) Etwa 21 000 kW wurden nämlich aus den großindustriellen Anlagen bezogen. Infolgedessen muß ein entsprechender Teil der Kosten der Verteilungsnetze und Hausinstallationen mit Verbrauchsapparaten in Abzug gebracht werden. Dies ergibt einen Kapitalaufwand von etwa 2350 RM je verfügbares Kilowatt Generatorenleistung.

Die gesamte Höchstbelastung ist 1931 auf etwa 478 700 kW gestiegen. Die gelieferten bzw. erzeugten kWh werden bei den meisten Elektrizitätswerken Norwegens nicht gemessen, man muß daher die jährliche Stromerzeugung der Werke schätzen. Rechnet man mit einem mittleren Jahresbelastungsfaktor von 0,6, so dürfte im Jahre 1931 die bürgerliche Elektrizitätslieferung an die Konsumenten annähernd 2550 Mill kWh betragen. Je angeschlossenen Einwohner dürften jährlich etwa 1300 kWh verbraucht sein, hiervon etwa 70 % für Licht, Kochen und Wärme in den Haushaltungen.

Die Verwendung der elektrischen Arbeit in den elektrotechnischen und elektrochemischen Betrieben ist natürlich wesentlich größer. Auch hier kann man die Gesamtlieferung nur annähernd nach der Gesamthöchstbelastung und dem wahrscheinlichen Jahresbelastungsfaktor schätzen. Es ist anzunehmen, daß 1930/31 bzw. 1931 etwa 5000 Mill kWh großindustriellen Zwecken gedient haben, gegenüber etwa 7000 Mill kWh im Vorjahr. Dieser Wenigerverbrauch ist dem etwa sechsmonatlichen Arbeitskonflikt zuzuschreiben.

Demnach sind während der genannten Zeit in Norwegen etwa 7550 Mill kWh erzeugt bzw. ausgenutzt worden, was etwa 2670 kWh/Einwohner ausmacht.

Die ganze bürgerliche Stromversorgung erbrachte an Einnahmen im Jahre 1930/31 bzw. 1931 etwa 94 Mill RM, während die Ausgaben insgesamt etwa 99,2 Mill RM betragen. Es hat sich also im ganzen ein Verlust von etwa 5,2 Mill RM ergeben, wenn man die Zinsen und Abschreibungen mit in Betracht zieht. Die durchschnittlichen Einnahmen je kWh betrugen etwa 0,037 RM, die mittleren Ausgaben etwa 0,0389 RM. Beide Zahlen sind niedriger wie im Jahre 1929/30 bzw. 1930. Die Preise, die für Elektrizität für die Haushaltungen Norwegens berechnet werden und schon früher sehr niedrig waren, werden infolgedessen weiter heruntergedrückt.

	30. VI. 1927 bzw. 31. XII. 1927	30. VI. 1928 bzw. 31. XII. 1928	30. VI. 1929 bzw. 31. XII. 1929	30. VI. 1930 bzw. 31. XII. 1930	30. VI. 1931 bzw. 31. XII. 1931
An die Leitungsnetze angeschlossene 1000 Einwohner					
a) in den Landbezirken	1108	1115	1116	1057,5	1058,1
b) in den Städten	866	870	876	880,8	900,6
c) insgesamt	1974	1984	1992	1938	1958,7
Bevölkerung in Millionen	2,798	2,811	2,821	2,809	2,831
der mit Elektrizität versorgte Teil der Bevölkerung (in Prozent der gesamten Bevölkerung)	71	71	71	69	69
verwendete Kapitalien (in Mill RM)					
a) für Kraftanlagen und Leitungsnetze	1050	1070	1150	1155	1170
b) als Abschreibungen zurückgezahlt	170	180	202	244	278
c) Buchwert der Anlagen	882	890	950	911	890
d) „ „ Kraftanlagen	423	449	488	484	455
e) „ „ Leitungsnetze	455	443	460	428	435
Gesamtleistung der Kraftanlagen (in 1000 kW)	470	494	568	550	532
davon Wasserkraft	450	474	548	530	512
„ Dampf-, Diesel- und Ölanlagen	20	20	20	20	20
Transformatorkapazität der Verteilungsnetze (in 1000 kVA)	685	720	755	764	784
Durchschn. Ausbaukosten je 1 kW Generatorleistung im Kraftwerk (RM)	905	905	855	880	856
Durchschn. Ausbaukosten je 1 kVA Transformatorkapazität an die Verteilungsnetze angeschlossen (RM)	666	613	608	562	553
für die Elektrizitätslieferung zu bürgerlichen Zwecken standen zur Verfügung (1000 kW)	515	525	598	570	553
Gesamthöchstbelastung (in 1000 kW)					
a) in den Landbezirken	155,4	161,1	162,2	170,3	173,3
b) in den Städten	260,8	269,1	273,0	280,8	295,8
c) insgesamt	423,9	438,5	445,0	461,4	478,7
Höchstbelastung je Einwohner (in kW)					
a) in den Landbezirken	0,140	0,144	0,145	0,161	0,164
b) in den Städten	0,302	0,309	0,311	0,32	0,33
c) insgesamt	0,215	0,221	0,223	0,24	0,245
Gesamteinnahmen je Jahr (in Mill RM)					
a) in den Landbezirken	39,4	36,5	34,8	34,5	33,7
b) in den Städten	56,9	58	57,1	58,2	59,2
c) insgesamt	97	95,5	93	93,7	94
Gesamtausgaben je Jahr (in Mill RM)					
a) in den Landbezirken	49,5	46,8	43,9	41	40,5
b) in den Städten	55,2	54,5	55,2	55,9	58
c) insgesamt	106	102	100	97,5	99,2
durchschn. Einnahmen je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) in den Landbezirken	253	226	214	201	195
b) in den Städten	219	215	209	208	199
c) insgesamt	230	217	209	202	196
durchschn. Ausgaben je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) in den Landbezirken	320	290	271	240	234
b) in den Städten	211	202	202	199	196
c) insgesamt	251	232	222	211	207
Zahl der Verwaltungen	372	373	374	360	359
durchschn. Einwohnerzahl je Verwaltung	5350	5380	5350	5420	5460

Es ist noch zu bemerken, daß die Gesamtleistungsfähigkeit der kommunalen Kraftwerke Norwegens im Jahre 1931 etwa 400 000 kW betrug und daß in diesem Jahre insgesamt etwa 2050 Mill kWh geliefert wurden. Der durchschnittliche Jahresbelastungsfaktor war infolgedessen 0,585 oder rd. 0,6.

Die staatlichen Kraftwerke waren in 1931 insgesamt für 186 000 kW ausgebaut. Sie lieferten im Betriebsjahre 787,8 Mill kWh, sie arbeiteten also mit einem durchschnittlichen Jahresbelastungsfaktor von 0,485 oder rd. 0,5. Die zwei größten der staatlichen Werke: Nore Kraftverk und Glomfjord Kraftverk waren im Jahre 1931 noch nicht vollbelastet.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 889.
[2] 1 RM = etwa 0,89 norw. Kronen.

Digitized by Google

Die Kosten dieselelektrischer Arbeit im Bereich von 7,14 bis 12,6 Rpf/kWh[1].

Selbst da, wo sorgfältige Aufzeichnungen über längere Betriebszeit vorliegen, sind Mitteilungen über die Kosten von mit Dieselmotoren erzeugter elektrischer Energie zumeist nur für sich bestehende Einzelwerte und nur mit großer Vorsicht auf zu schaffende ähnliche Verhältnisse zu übertragen, weil eine zu große Anzahl von Veränderlichen bei ihrer Ermittlung mitgesprochen hat. Erst die Forschungen der Abteilung für Wirtschaftlichkeit von Ölmotoren- und Gaskraftanlagen der A(merican) S(ociety) M(echanical) E(ngineers) haben durch ihren 94 Kraftwerke mit 283 Maschinen von zusammen über 165 000 PS umfassenden Bericht und ebenso derjenige der Kraftabteilung der N(ational) E(lectric) L(ight) A(ssociation) — die unserem VDE entspricht — mit 251 Dieselzentralen, darunter die 94 der ASME, sichere Unterlagen geliefert, um allgemein gültige Werte aus dem großen Beobachtungsmaterial herausbilden zu können.

Von 26 Werken sind Kapitaldienst und Betriebskosten in aller Ausführlichkeit gegeben. Wenn man die mehr der Aushilfe dienenden Werke ausscheidet, erhält man 18 Werke mit durchgehendem Betrieb — 17 städtische Elektrizitätswerke, wovon 8 zugleich die Kraft für Wasserwerke liefern, und ein reines Industriekraftwerk. Diese 18 Werke umfassen 56 Dieselmaschinen mit zusammen 19 714 kW; ihre gesamte Jahreserzeugung beträgt etwas über 40 000 000 kWh mit Belastungsfaktoren von 25,6 bis 41,8 % im Jahr. — Die 8 Elektrizitäts- und Wasserwerke haben 30 ··· 40 % —. Die Ausnutzungsfaktoren der Kraftwerke bewegen sich zwischen 33,3 bis zu 75,2 %, die Spitzenbelastung kommt bei vielen hart an die Grenze der Leistungsfähigkeit ohne Reserven heran und zum Teil darüber hinaus. Der Betriebsfaktor der Werke liegt zwischen 29,9 und 85,8 %, bei neun zwischen 40 und 60 %.

Es mag hier eingeschaltet werden, daß die amerikanische Technik, weil der Begriff des „Belastungsfaktors" ziemlich unbestimmt ist, indem die Leistungsfähigkeit im Divisor einmal mit und ein andermal ohne Reserven gerechnet wird, dem charakteristischeren Wert des „Betriebsfaktors" (service factor) gleich Summe der Stundenleistungen in kWh dividiert durch die Produkte der Leistungsgrößen der in den einzelnen Betriebstunden erzeugenden Generatoren mit deren jeweiliger Betriebszeit den Vorzug geben.

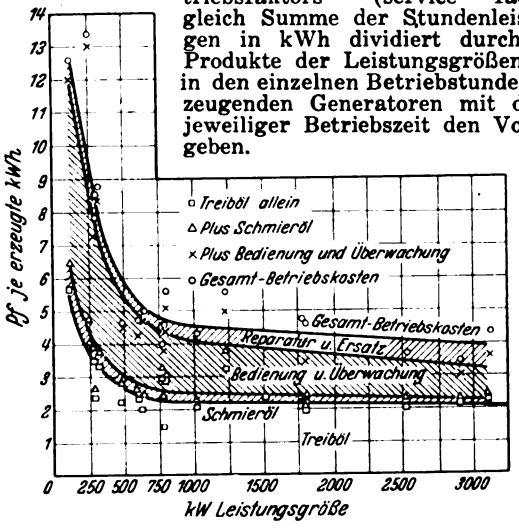


Abb. 1.

Wie Abb. 1 erkennen läßt, zeigen trotz aller Verschiedenheit im einzelnen die Gesamtbetriebskosten und ebenso in Abb. 2 die Gesamt-Jahreskosten je kWh eine gute Übereinstimmung. Dabei schwanken die Triebölkosten von 10 Rpf[2]/l bis 3,88 Rpf/l bei einem anderen Werk und ebenso die Kosten für Schmieröl von 44 Rpf/l bis 84 ,5 Rpf/l.

Bezüglich des Kapitaldienstes stimmen sämtliche Werke der NELA darin überein, daß die dieselelektrische Einrichtung in spätestens fünf Jahren völlig aus den Büchern getilgt sein müsse, 64 % sind sogar für 2½jährige Tilgung. Nimmt man 5jährige Tilgung, so wären für diese Einrichtung jährlich 17,7 % und einschließlich des Kapitaldienstes für Gebäude und Baugrund usw. von 6 % sowie 3 % für Steuern und Versicherungen, also = 26,7 %, zu entrichten. Bei den Gemeindewerken, die keine Steuern usw. aufrechnen, sind 15 % Kapitaldienst angenommen. Diese beiden Kurven — 26,7 und 15 % — zeigt Abb. 2.

[1] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 51

[2] 1 RM = 0.238 $.

Stadtzentralen können auf dieser Rechnungsbasis bei Leistungsgrößen von 1000 ... 2500 kW die kWh zu 9,24 bis 7,14 erzeugen, während Industriezentralen von 1000 bis 2500 kW mit 10,50 bis 12,6 Rpf/kWh rechnen müssen. Dieselzentralen unter 250 kW haben kWh-Kosten von 16,8 bis 25,2 Rpf/kWh.

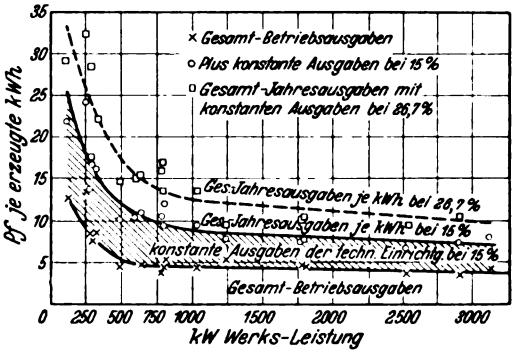


Abb. 2.

Entgegen der Erfahrung bei Dampfwerken nehmen die Kosten für Reparaturen und Ersatz je kWh mit der Leistungsgröße des Werkes zu. Die Posten für Unterhaltung und verschiedenen Bedarf scheinen in keiner Beziehung zum Belastungsfaktor zu stehen. So haben zwei Werke mit 25 und 30 % Belastungsfaktoren Unterhaltungskosten von 0,046 und 0,39 Rpf je Jahres-kWh. Fünf Werke mit 32,5 und 35 % Belastungsfaktoren haben 0,143 und 0,747 Rpf/kWh. Größere Übereinstimmung herrscht bei den Anlagekosten: Für die dieselelektrische Einrichtung = 85 %, für Bauten 13,4 % und für Baugrund 1,4 %.

Wegen genauerer weiterer Angaben sei auf die sehr sorgfältige Tabelle mit 414 Werten auf Seite 52 verwiesen.

Dr. W. Gosebruch.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 323.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\overline{156}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\overline{156}$, die Formen Wki, Wki 2 und Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik **Mierisch & Co., G. m. b. H.**, in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 18. August 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\overline{156}$,

die Formen Wki, Wki 2 und Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co. G. m. b. H. in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 292 vom 8. XI. 1930 (ETZ 1931, Heft 3) bzw. Nr. 318 vom 22. VI. 1932 (ETZ 1932, Heft 37) zur Beglaubigung zugelassenen, von der Firma Vinzenz Kubat bzw. von der Firma Mierisch & Kubat in Berlin hergestellten Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Formen Wki, Wki 2 und Wki 3 werden jetzt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co. G. m. b. H. in Berlin in unveränderter Ausführung hergestellt und können für die gleichen Meßbereiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 292 angegeben sind, beglaubigt werden.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 504.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Verwerfungen im Ständereisen großer Wechselstrommaschinen durch Wärmeausdehnung. — Die Abmessungen der größten in den letzten Jahren gebauten Wechselstromgeneratoren haben den mechanischen Problemen, welche mit der Wärmeausdehnung zusammenhängen, besondere Bedeutung zugewiesen. Eine wichtige Frage dieser Art, welche in der Fachliteratur bisher vernachlässigt wurde, ist die Verhinderung schädlicher Verwerfungen des Ständereisens, besonders bei den großen Langsamläufern. Bei diesen muß für eine absolut feste Verbindung zwischen aktivem Eisen und Gehäuse gesorgt und das letztere so kräftig durchgebildet werden, daß die magnetischen Anziehungskräfte zwischen Ständereisen und Läufer eine Verbiegung des verhältnismäßig schwachen Blechrückens verhindern. Damit entstehen aber zwangläufig wegen der wesentlich höheren Erwärmung der Bleche verschiedene Ausdehnungskräfte in den beiden Konstruktionsteilen, die bei unrichtiger Bemessung der Halteteile die schwersten Folgen haben können. Bei Anwendung von axialen Bolzen über dem Blechrücken des Gehäuses, welche die um eine Drehkante beweglichen Preßplatten zusammendrücken, ist es nicht schwer, die Vorgänge in der axialen Richtung zu beherrschen. Im erwärmten Zustande wird offenbar der Preßdruck der Bleche vergrößert, und man hat sich über das im ungünstigsten Falle erreichte Maß sowie die Höchstbeanspruchung der Bolzen rechnerisch Klarheit zu verschaffen. Weit schwieriger ist es, eine Verwerfung der Bleche durch die Ausdehnung in der Umfangsrichtung zu vermeiden. Bei einem äußeren Durchmesser des Blechkörpers von 6 m und einer Temperaturerhöhung um 60 ° würde sich bei freier Dehnungsmöglichkeit eine Durchmesserzunahme um 4,3 mm ergeben. Dabei ist angenommen, daß die in der üblichen Weise geschichteten Bleche gegeneinander unbeweglich bleiben. Dies bestätigt eine Kontrolle der Reibungsverhältnisse, bei denen man für doppelseitig lackierte Bleche die Reibungszahl 0,25, für papierbeklebte Bleche 0,5 einzusetzen hat. Da das Gehäuse wegen seiner geringen Erwärmung, etwa 20 °, nur ein Drittel der genannten Ausdehnung erfährt und das Spiel in den Schwalbenschwänzen sehr klein ist, so treten in den beiden Teilen Zug- bzw. Druckspannungen auf, die zu Verwerfungen der Bleche nach Art der Abb. 1 und damit unter Umständen zu schweren Störungen führen können. Das Kräftespiel im Gehäuse und im Rücken und die im Gleichgewichtszustande auftretenden Verhältnisse lassen sich leicht berechnen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß für die höchste Beanspruchung im Blechrücken wegen der Stoßfugen der Bleche nur der halbe Rückenquerschnitt einzusetzen ist. Erreichen die berechneten Beanspruchungen eine unzulässige Höhe, so kann man sich in gewissem Grade durch die Änderung des Prismenspieles helfen, wobei aber eine Lockerung in der Umfangsrichtung nicht eintreten darf. In vereinzelten Ausführungen hat man auch die Prismen federnd gelagert. Zweckmäßiger erscheint die Anwendung des Schichtungsverfahrens für die Bleche, bei dem sechs bis zehn Segmente in der gleichen Lage übereinandergeschichtet werden, bevor eine Überlappung kommt. Hierdurch vermindert sich der Reibungswiderstand gegen Umfangsbewegungen innerhalb des Blechkörpers auf $^1/_6 \cdots {}^1/_{10}$ und, wie die Rechnung zeigt, kann nunmehr ein innerer Ausgleich der Wärmeausdehnung des Blechkörpers eintreten. Die Bewegung der Einzelbleche beträgt dabei nur $^1/_{10} \cdots {}^2/_{10}$ mm. (K. Bobek Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50. S. 353.) *Phl.*

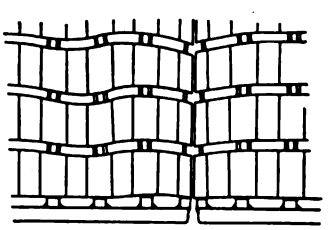


Abb. 1.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Das Siccometer. — Ein von Siemens & Halske entwickeltes Meßgerät dient zur fortlaufenden Untersuchung der Feuchtigkeit von Papierbahnen an der Papiermaschine und ermöglicht damit wesentliche Verbesserungen der Papierfabrikation in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Grundsätzlich wird bei dem Meßgerät die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante des Papiers von seinem Feuchtigkeitsgehalt benutzt, um die Kapazität eines Meßkondensators zu beeinflussen. Aus dem Meßprinzip ergibt sich der wesentliche und bei keinem anderen Meßverfahren vorhandene Vorteil, daß die Anzeige ohne jede Verzögerung erfolgt. Der Meßkondensator, die sog. Siccometerzelle, ist in bestimmter Weise aufgebaut, damit in erster Linie die Wassereinschlüsse des Papiers und nicht die Dicke der Bahn die Kapazität beeinflußt. Bei der Siccometerzelle wird die eine Elektrode des Kondensators (Abb. 2) von einer Platte mit 132 Bohrungen gebildet, während die andere Elektrode aus 132 miteinander verbundenen Stiften besteht, die mit ihren polschuhartig verbreiterten Köpfen in die Löcher der Platte hineinragen. Der Verschiebungsstrom geht unmittelbar von Kante zu Kante und durchsetzt so das Papier in seiner Ebene. Da die Papierfaser in der Papierebene orientiert ist, geht der Verschiebungsstrom vorzugsweise in der Längsrichtung durch die Papierfaser bzw. deren Wassereinschlüsse hindurch. Die Schaltung (Abb. 3) ist so aufgebaut, daß der Einfluß der infolge der unmittelbaren Berührung zwischen Papierbahn und Kondensator beträchtlichen Ableitung aufgehoben ist. Außer der vom Ausgang der Gleichrichterbrücke kommenden Meßspannung wird der Meßbrücke noch eine Hilfspannung geeigneter Phasenlage zugeführt,

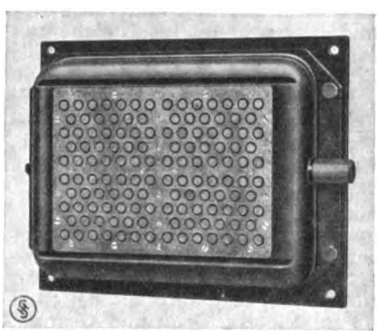
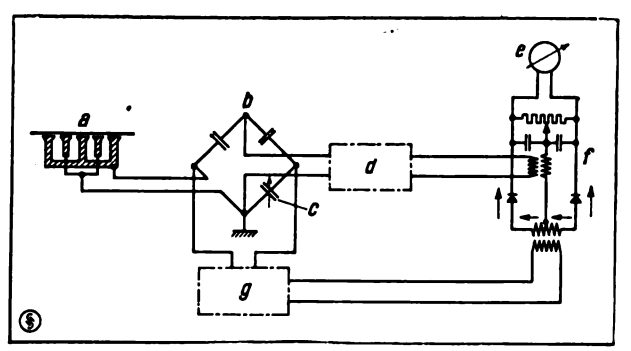


Abb. 2. Siccometerzelle.



a Siccometerzelle *b* Meßbrücke *c* Vergleichskondensator *d* Verstärker *e* Anzeigegerät *f* Gleichrichterbrücke *g* Generator 800 Hz.

Abb. 3. Meßanordnung beim Siccometer.

so daß nur die von der kapazitiven Verstimmung der Wechselstrombrücke abhängige Komponente der Meßspannung gleichgerichtet wird. Das Siccometer arbeitet also nach Art eines Nullverfahrens, woraus sich beträchtliche Vorteile vor allem für eine selbsttätige Regelung der Feuchtigkeit ergeben. Die Bedienung beschränkt sich auf die Kontrolle der Brückenabgleichung, die durch Umlegen eines Schalters erfolgt, wobei die Siccometerzelle von der Papierbahn abgehoben wird. Darauf wird der Vergleichskondensator auf einen Normalwert eingestellt und der Kippschalter in die Stellung „Messen" gelegt sowie die Zelle eingerückt. Vor allem durch Anschluß eines Fallbügelschreibers ergibt sich eine gute Einsicht in die Unregelmäßigkeiten der Feuchtigkeit. (H. Carsten u. C. H. Walter, Siemens-Z. 1931, S. 267.) *Jkl.*

Beleuchtung.

Kohlebogen und Sonnenstrahlung. — Es wird ein Überblick über die verschiedenen Arten von Kohlebogenlampen und deren Anwendungsgebiete gegeben.

Digitized by Google

1. Die erste bekannte und jetzt noch in Amerika in kleinen Kinos gebrauchte Bogenlampentype ist der Rein-Kohlebogen für Gleichstrom. Lichtquelle ist der positive Krater. Die Energieverteilung ähnelt der des schwarzen Körpers, das Maximum liegt im nahen Infrarot, Abfall im Sichtbaren, starke isolierte Banden bei 2500 und 3900 Å (charakteristisch für Kohlebogen in Luft).

2. Der Intensiv-Kohlebogen wird in großen Filmtheatern gebraucht. Lichtquelle: der positive Krater, angefüllt mit den Dämpfen der Salze seltener Erden, besonders Cer, mit denen die Kohle imprägniert ist. Die Energieverteilung ähnelt in hohem Maße der der Sonne bis auf die Wellenlängen unter 2900 Å, welche ausgefiltert werden können.

3. Die wichtigste Type, besonders vom Standpunkt der Veränderbarkeit der Emissionsgebiete, ist der Flammenbogen. Lichtquelle ist die Bogenstrecke selbst, bezüglich Licht und UV-Strahlung der wirtschaftlichste Energiewandler unter den Bogenlampen. Zu dieser Gruppe gehört der „Sonnenscheinbogen", bei dem die Kohlen wiederum mit Salzen von Cer und anderen seltenen Erden imprägniert sind. Er arbeitet bei Gleich- und Wechselstrom mit nahezu gleicher Wirtschaftlichkeit. Große Intensitäten bei 2900 ··· 4000 Å, gleichmäßig hohe Intensität im Sichtbaren, hervorgerufen durch eng aufeinander folgende Banden. Über 8000 Å fällt die Intensität ab. Filtert man die Wellenlängen unter 2900 Å ab, so hat man hier die sonnenähnlichste künstliche Lichtquelle[1].

Zu dieser Gruppe gehört auch die „C-Kohle", mit Metallen, besonders Eisen, imprägniert. Hohe Intensität im UV, geringe im Sichtbaren und Infrarot. Durch andere Imprägnierungen kann der Flammenbogen in selektiven Gebieten intensiviert werden, z. B. durch Kobalt bei 2400 und 3600 Å, durch Kalzium im Violett, Grün und Orange, durch Strontium bei 6500 Å. Alle diese sind ziemlich schwach im UV., dagegen gibt Magnesium eine starke Bande bei 2800 Å. Durch Erhöhung der Stromstärke wird die UV.-Intensität wesentlich gesteigert (C-Kohle mit hoher Stromstärke für photochemische Zwecke). Die Wirtschaftlichkeit der Energieumsetzung steigt beim Kohlebogen mit zunehmender elektrischer Leistung.

Die Verfasser besprechen sodann die medizinisch-biologische Bedeutung der einzelnen Kohlebogenarten und betonen hierbei den Wert einer UV.-Strahlenquelle, deren Strahlung derjenigen der Herbstsonne unserer Breitengrade ähnelt. Ferner werden die Anwendungen des Kohlebogenlichtes für Aktivierung von Präparaten und Lebensmitteln sowie zur Pflanzenbestrahlung besprochen[2]. Zum Schluß werden einige technische Ausführungen besprochen. Bei Wechselstrom arbeitet die Kohlebogenlampe wirtschaftlicher, wenn man statt Vorwiderständen Drosselspulen verwendet. (C. E. Greider u. A. C. Downes, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27, S.637.) *Ty.*

Heizung. Öfen.

Normen zur Ausführung und Prüfung von elektrischen Kochplatten in Schweden. — Zur Klärung der Umstände, welche die Zweckmäßigkeit einer Kochplatte beeinflussen, hat das „Elektrische Standardisierungskomité" Schwedens einen Normenentwurf als Anleitung für Hersteller, Verkäufer und Publikum ausgearbeitet. Aus verschiedenen Gründen beschränken sich die Regeln auf geschlossene Kochplatten für höchstens 250 V jeder Größe. Bestimmungen wurden besonders für Platten von 18 bzw. 22 cm Dmr. festgelegt, obwohl von einer Normung der Abmessungen Abstand genommen wurde. Bezüglich Konstruktion wird den Herstellern große Freiheit eingeräumt, wogegen Richtlinien und Grenzwerte angegeben werden, welche sich ohne Verteuerung des Erzeugnisses einhalten lassen. U. a. wird vorgeschrieben, daß die Herdplatte eben oder etwas konkav sein soll, weil der Wirkungsgrad je nach der Genauigkeit der Ebene bei Platte und Kochtopf wesentlich steigt. Die Erfahrung hat ferner gezeigt, daß die Herdplatte nach einiger Zeit eine konvexe Form annimmt, wodurch der Wirkungsgrad verschlechtert wird. Die Toleranzen in der gemessenen Leistung von 10 % bei warmer bzw. 20 % bei kalter Platte im Vergleich mit der Nennleistung ist auf die Schwierigkeit, homogene Hitzdrähte mit exakten Abmessungen zu beziehen, zurückzuführen. Bei Leistungen über 500 W ist eine Regulierung durch Kontaktstifte nicht mehr zulässig, vielmehr werden Regelschalter auch bei kleineren Platten bevorzugt. Spannungsführende Teile sollen der unfreiwilligen Berührung entzogen sein. Zur Vermeidung von Unfällen gerade in Küchen wird eine Erdungsklemme vorgesehen. Eine Isolationsprobe in feuchtem Zustande wird empfohlen. Es wird ferner vorgeschrieben, daß die Unterlage nach Einschaltung der Kochplatte einschließlich Topf nach einer halben Stunde mit voller Leistung und der 1,1fachen Nennspannung in keinem Punkte eine höhere Temperatur als 600 ° bei 20 ° Raumtemperatur annehmen darf. Mangelhaft isolierte Platten haben eine starke Wärmestrahlung nach unten, die u. U. die Unterlage zerstören oder anzünden kann. Die Platte soll während ½ h bei voller Schaltleistung ohne Kochtopf eine Betriebspannung von 10 % über die Nennspannung ohne Schaden aushalten können. Im Beharrungszustand darf die Platte ohne Kochtopf, wenn mit voller Leistung bei Nennspannung eingeschaltet, eine Temperaturdifferenz von höchstens 80 ° zwischen den höchsten bzw. niedrigsten Temperaturen an der Oberfläche für Punkte mehr als 1 cm von der Außenkante der Plattenebene aufweisen. Dabei darf die Oberflächentemperatur einer Eisenplatte bei 20 ° Raumtemperatur im angegebenen Bereiche in keinem Punkte 350 ° unterschreiten. Dies wird nach einem besonderen Meßverfahren mit Thermoelement festgestellt.

Große Schwierigkeiten standen den Begriffserklärungen des Wirkungsgrades und der Ausarbeitung eindeutiger und jeweils durchführbarer Verfahren zur Bestimmung desselben gegenüber. Der Wirkungsgrad einer Kochplatte ist nur im Zusammenhang mit einer Operation, z. B. Kochen von Wasser, verständlich. Der Energiewirkungsgrad ist dabei das Verhältnis zwischen der ausgenutzten Wärmeenergie und der zugeführten Energie. Die zugeführte Energie wird dabei nicht nur zur Erhöhung des Wärmeinhaltes des Wassers verbraucht, sondern ein Teil wird in der Kochplatte bzw. im Kochtopf aufgespeichert, während ein anderer Teil in Form von Wärmeverlusten von der Platte bzw. vom Topf abgeht. Vom Standpunkt des Konsumenten ist jede Wärmemenge über diejenige hinaus, welche den Wärmeinhalt des Wassers vermehrt, als Verlust zu betrachten. Die Wärmekapazität der Kochplatte ist solcher Größenordnung, daß man zwischen Wirkungsgrad bei Erwärmung von einer kalten Platte und Wirkungsgrad bei Erwärmung von einer anfangs warmen Platte unterscheiden muß. Zur Bestimmung des Wirkungsgrades wird ein Kochtopf mit bestimmtem Gewicht und festgelegten Abmessungen verwendet. Besonders strenge Bedingungen werden auf die plangeschliffene Ebene des Topfes gestellt. Die Größe der wirklichen Berührungsfläche zwischen Kochtopf und Platte ist für den Wirkungsgrad ausschlaggebend. Falls die Berührungsfläche von schlimmsten Falles 3 Punkten auf 20 % der Bodenfläche erhöht wird, wird der Wärmeübergang nach dem Kochtopf vervielfältigt, und die Übertemperatur der Kochplatte dem Kochtopf gegenüber reduziert sich dementsprechend, während der Wirkungsgrad wesentlich höher ausfällt.

Über die Wirkungsgradbestimmung werden genaue Bestimmungen mitgeteilt, trotzdem gilt der ermittelte Wirkungsgrad nur als Einzelwirkungsgrad des untersuchten Gegenstandes, also nicht als Typenwirkungsgrad. Nach besonderen Regeln wird der Typenwirkungsgrad nach Untersuchung von 10 Exemplaren der fraglichen Type ermittelt. Graphische Verfahren zur Berichtigung des Wirkungsgrades mit Rücksicht auf die gewölbte Form des Kochtopfbodens sind im vorliegenden Entwurf enthalten. Außerdem geben einige kurze Leitsätze an, daß der Wirkungsgrad Mindestwerte von 55 ··· 60 % bei kalten — bzw. 75 % bei warmen Kochplatten betragen soll. Diese Normen sind vom schwedischen Elektroingenieurverein bereits angenommen worden. Der Entwurf stützt sich wesentlich auf eine mehrjährige Untersuchungsarbeit innerhalb des Elektrowärmeinstituts der schwedischen Ingenieur-Wissenschafts-Akademie. (Elektricit. Ration. Anv., Stockholm, Bd. 4, S. 54.) *Hldn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Zur Elektrisierung der Paris-Orléans-Bahn. — Hier sind bereits früher[1] die großzügigen Entwürfe dieser Bahn eingehend erörtert worden, so daß zusammengefaßt werden kann, daß die städtischen Dampf-Großkraftwerke Gennevilliers[2] und Vitry mit den Wasserkraftwerken Coindre und Eguzon durch eine 150/220 kV-Verteilungsleitung verbunden sind, von der aus Abspannwerke die Leistung mit 90 kV an längs der Bahnstrecken verteilte Unterwerke

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 486.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 655.

[1] ETZ 1919, S. 539; 1926, S. 1301; 1932, S. 110.
[2] ETZ 1923, S. 681; 1932, S. 502.

Digitized by Google

abgeben, die sie auf 1500 V Gleichstrom für die Fahrleitungen umformen. Im Betriebe sind die Strecken Paris—Vierzon und Brétigny—Dourdan mit zus. 235 km Strecken- und etwa 1000 km Gleislänge. Im Pariser Abschnitt laufen täglich über 300 Züge, in dem von Vierzon etwa 50. Bei einem mittleren Zuggewicht von 600 t wurden 1929 über 5 Mrd Brutto-tkm gefahren. Die 11 Unterwerke mit Einanker-Umformern von je 1000 kW bei 750 V gleichstromseitig (je 2 in Reihe für 1500 V) haben im Pariser Abschnitt durchschnittlich 12 km gegenseitigen Abstand, im Vierzoner Bereich etwa 25 km. Die 200 Lokomotiven[1] Bauart BoBo, 1700 PS/h, haben bei 20 t Treibachslast Dauerzugkräfte von 8 ··· 9 t, die sich bei Doppelbespannung auf Anfahrzugkräfte bis 22 t am Zughaken erhöhen. Da diese Kupplungsteile für 70 t Zugkraft bemessen sind, ist eine 3,5fache Stoßsicherheit gegeben. Bei Doppelbespannung werden dauernd 1800 PS bei halber und 3600 PS bei voller Motorspannung erreicht, so daß Züge von 2500 t auf 5 ‰ und solche von 1500 t auf 10 ‰ Steigung gefahren werden können. Versuche haben ergeben, daß die Reibungsziffer stark mit der Geschwindigkeit und den jeweiligen Betriebsverhältnissen schwankt. Bei den Lokomotiven mit Einzelachsantrieb kann man unter normalen Verhältnissen eine höhere Reibziffer als 17 % kaum in Betracht ziehen. Eine höhere Ziffer ließe sich, nach der beachtenswerten Meinung der Bahn, durch mechanische Kupplung der Achsen untereinander, also durch Kuppelstangen oder Zahnräder als Zwischenglieder, erreichen, gegebenenfalls durch elektrische Ausgleichschaltungen, die die Zugkraft nach der jeweils auftretenden Achsbelastung einstellen. Dann könnte man Reibziffern von 20 % und darüber erhalten. Bei Geschwindigkeiten um 100 km/h herum sinkt die Reibziffer auf 10 ··· 11 %. Der mittlere Wattstundenverbrauch je Brutto-tkm beträgt ab Stromabnehmer: 11,5 für Güterzüge, 21 für sämtliche Personenzug-Gattungen und 27 für den Vorortverkehr. Der Gesamtwirkungsgrad der elektrischen Übertragung ist etwa 75 %. Hiervon entfallen etwa 90 % auf die Höchstspannungsanlage einschl. Abspann-Transformatoren, 90 % auf die Unterwerke und 93 % auf die Fahrleitungsanlage. Der Verbrauch, gemessen beim Eintritt der Energie in die Unterwerke, ist durchschnittlich 22 Wh je Brutto-tkm. (M. Parodi, Génie civ. Bd. 97, S. 547.) *Mal.*

Fernmeldetechnik.

Endverstärker für Fernsprechteilnehmer. — Trotz der in den letzten Jahren erreichten Vervollkommnung der Fernsprechverbindungen über große Entfernungen liegt auch heute noch das Bedürfnis nach einer lauteren Sprachwiedergabe vor, als sie der normale Fernsprech-Vermittlungsdienst gewährleistet. Dieser Fall kann z. B. bei Anschaltung außergewöhnlich langer Anschlußleitungen eintreten oder in Fällen, wo der Teilnehmer schwerhörig oder ungeübt ist oder am Empfangsort ein zu hoher Störpegel (Raumgeräusch) vorhanden ist. — Zur Befriedigung dieses Bedarfes hat die Schwachstromindustrie einen Fernsprech-Endverstärker für Teilnehmer-Sprechstellen zum Anschluß an Gleich- und Wechselstromnetze auf den Markt gebracht. Ein besonderer Vorteil dieses Apparates gegenüber den bisher bekannten liegt darin, daß die Verstärkung verzerrungsfrei geschieht, d. h. die Sprache nicht verschlechtert wird und daß die eigene Sprache im Hörer des Teilnehmers praktisch nicht verstärkt wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß ohne Verwendung eines zweiten Hörers mit dem gewöhnlichen Handapparat verstärkt gehört werden kann. Die Speisung der Röhren und der Relais erfolgt aus dem Starkstromnetz (Lichtnetz), was eine wesentliche Vereinfachung der Bedienung und Unterhaltung gegenüber bisherigen Endverstärkern bedeutet.

Der Endverstärker ist ein Einröhrenverstärker. Die Verstärkung der ankommenden Sprechströme ist auf 1,5 Neper (d. i. rd. 5fache Verstärkung) eingestellt. Die abgehenden Sprechströme bleiben völlig unverändert. Die Einschaltung des Verstärkers geschieht ohne Unterbrechung des bestehenden Gespräches. Der Schalter zum Ein- und Ausschalten des Verstärkers wird entweder im Fernsprechapparat untergebracht, wobei gleichzeitig erreicht wird, daß nach Auflegen des Hörers der Verstärker selbsttätig ausgeschaltet wird, oder man braucht einen besonderen Druckschalter, kombiniert mit einer Signallampe, die während der Einschaltung des Verstärkers leuchtet. Die Ausschaltung erfolgt in diesem Fall durch nochmaligen Knopfdruck, der auch die Signallampe zum Verlöschen bringt. Ein vorgesehenes Relais schaltet auf unverstärkten Betrieb um, falls die zum Verstärkerbetrieb notwendige Netzspannung ausbleibt.

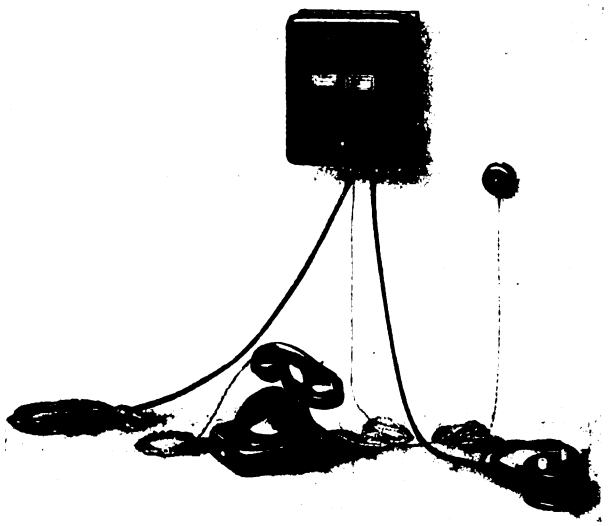


Abb. 4. Endverstärker-Schaltung für Gleichstrom.

Abb. 4 zeigt einen derartigen Endverstärker für Gleichstrom der Siemens & Halske AG. Die Endverstärker sind von der Deutschen Reichspost sowie von vielen ausländischen Post- und Telegraphenverwaltungen zur Verwendung bei Teilnehmer-Sprechstellen zugelassen. *Gru.*

Bildverkehr Niederlande mit Dänemark und Norwegen. — Am 21. XI. 1932 ist der Bildtelegraphenverkehr Niederlande—Dänemark und Niederlande—Norwegen aufgenommen worden. Die Eröffnung dieser Dienste fiel mit dem Beginn der Haager Schiedsgerichtsverhandlungen über den dänisch-norwegischen Streitfall um den Besitz grönländischer Gebietsteile zusammen. Den Betrieb wickeln die Bildstellen Amsterdam und Kopenhagen sowie Oslo ab. Da das in Amsterdam verwendete Bildgerät nicht in die am 1. VIII. 1932 bei allen europäischen Telegraphenverwaltungen mit Bildtelegraphendienst durchgeführte Vereinheitlichung der Bildgeräte einbezogen worden ist, kann es nicht unmittelbar mit den Geräten der Bildstellen Kopenhagen und Oslo zusammenarbeiten. Infolgedessen muß die Bildstelle Berlin, die Geräte beider Art besitzt, den Verkehr vermitteln. Die Gebühren betragen im Bildverkehr Niederlande—Dänemark 25 Goldcentimen/cm² Bildfläche bei einer Mindestgebühr von 25 Goldfranken je Bildtelegramm, im Bildverkehr Niederlande—Norwegen 33 Gc/cm² bzw. 33 GFr je Bildtelegramm. Bilder, die größer als 9 : 20 cm sind, muß der Absender zerlegen. *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Feldstärke und Ionenkonzentration vor der Kathode einer Bogenentladung. — Früher gewonnene Meßergebnisse an einer Bogenentladung zwischen Wolfram-Kugelelektroden von 1,8 mm Dmr. in verschiedenen Gasen werden diskutiert. Die Elektronen- und Ionenkonzentration wird in der positiven Raumladungschicht um die Kathode und in den feldfreien Teilen der Entladung geschätzt. Die Ionenkonzentration beträgt an der Kathode etwa $3{,}5 \cdot 10^{13}$, im feldfreien Raum etwa $5 \cdot 10^{14}$. Die Dicke der positiven Raumladungschicht wird für Neon und 2 A Bogenstrom zu 0,02 mm gefunden. Die Elektronenkonzentration beträgt an der Kathode 10^{13}, wird beim Durchgang durch die positive Raumladungschicht kleiner und steigt im feldfreien Raum wieder auf etwa $5 \cdot 10^{14}$ an. Bei 4 A Bogenstrom bricht infolge der zunehmenden Elektronenkonzentration die positive Schicht durch. Die Kathode wird von einer Elektronenwolke umhüllt, und die Entladung geht in den Niedervoltbogen über. Die Erwärmung der Kathode durch die Ionen sowie die Diffusion der Elektronen in den feldfreien Raum werden geschätzt. In einem besonderen Falle, Neon mit Spuren von H_2, betrug die Stromdichte etwa 1000 A/cm² bei 5 A Bogenstrom und einer ebenen Kathode. Die Ionenkonzentration war etwa 100mal so groß

[1] ETZ 1928, S. 1072.

Digitized by Google

wie sonst. Das zeigte sich auch in einer starken Verbreiterung der Balmer-Linien. (W. de Groot, Physica, Haag, Bd. 11, S. 307.) *Lki.*

Die Temperaturabhängigkeit des Sättigungsstroms und ihre Wirkung auf die Leitfähigkeit bei hohen Feldern in dielektrischen Flüssigkeiten. — Die Messungen sind in Transformatorenöl ausgeführt. Der Sättigungsstrom I_s, der als Maß der Ionenbildungstärke bei spontoner Ionisation aufzufassen ist, wird mit der Temperatur T größer. Die Beziehung zwischen I_s und absoluter Temperatur T wird durch die Gleichungen

$$I_s = I_{sT}\, e^{\alpha T} \quad \left(\text{bzw. } I_s = I_{sT}\, e^{-\frac{\alpha_1}{T}}\right) \qquad (1)$$

gut wiedergegeben. Hier bedeuten α bzw. α_1 den Temperaturkoeffizienten der Ionenbildungstärke. Die Experimente haben ergeben, daß $\alpha = 0{,}11$ beträgt. I_{sT} erhält man, wenn $T = 0$ gesetzt wird. Es ist dann

$$I_s = I_{sT} = 23 \cdot 10^{-18}\ \text{A}.$$

Untersucht man die Stromstärke I (bzw. die Leitfähigkeit λ) als Funktion der Temperatur bei einer konstanten Spannung, die oberhalb des Sättigungsgebietes liegt, so stellt man, wie auch aus einer früheren Untersuchung[1] bekannt, folgende Beziehung zwischen dem Strom I und der absoluten Temperatur T fest:

$$I = I_T\, e^{\alpha T}. \qquad (2)$$

Den Faktor I_T erhält man durch Extrapolation der Gl. (2) auf $T = 0$. Er ist von der angelegten Spannung abhängig, u. zw. wächst er stark mit der Spannung. Der Temperaturkoeffizient hat hier genau denselben Wert wie in Gl. (1). Es ist bemerkenswert, daß der Exponentialkoeffizient c der Strom-Spannungs-Gleichung ($I = I_0\, e^{c\,U}$), d. h. die „spezifische" Ionenbildungstärke bei hohen Feldern, sich auch bei diesen Messungen unabhängig von der Temperatur ergeben hat. — Der obenerwähnte Tatbestand zeigt, daß die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Temperatur bei hohen elektrischen Feldstärken durch die Veränderung der spontanen Ionisationsstärke mit der Temperatur verursacht wird. (A. Nikuradse u. R. Russischwili, Ann. Physik Bd. 8, S. 811.) *Sb.*

Temperatur in der positiven Säule eines Gleichstrom-Lichtbogens. — Die neu entwickelte Methode zur Messung der Temperatur des Bogengases beruht auf dem Prinzip, aus der Schwächung eines durch das Bogengas hindurchtretenden Lichtstrahles auf die Gasdichte und daraus auf die Temperatur des Gases zu schließen. Der Gleichstrom-Lichtbogen (durch Gaswirbel stabilisiert[2]) wird durch die durchbohrten Elektroden hindurch längs seiner Achse von einem weichen Röntgenstrahl durchsetzt, der dann in eine Geigersche Zählkammer eintritt. Die Zahl der im Spitzenzähler in der Zeiteinheit auftretenden Entladungen ist ein Maß für die Intensität der in die Zählerkammer eintretenden Röntgenstrahlung.

Eine Eichung des Spitzenzählers wird umgangen durch eine Vergleichsmessung: Der Bogenraum wird bei fehlendem Lichtbogen soweit evakuiert, bis die Strahlintensität im Zähler gleich der bei brennendem Bogen ist. Dann ist die mittlere Gasdichte im Haupt- und Vergleichsversuch die nämliche. Die Messung ist also unabhängig von dem Absorptionskoeffizienten des Gases. Um aus der mittleren Gasdichte beim Bogenversuch die gesuchte Gasdichte in der positiven Säule zu erhalten, müssen die Störungen in den Gebieten nahe an den Elektroden durch Messungen der Dichte bei verschiedenen Bogenlängen ($l = 5$ bis 20 cm) eliminiert werden. Der so erhaltene Dichtewert liefert mit dem idealen Gasgesetz die Gastemperatur in der Bogensäule: Im Luftlichtbogen von 2 A beträgt diese 5270 ° abs. mit einem mittleren statistischen Fehler von ± 300 ° abs., im Stickstoffbogen gleicher Stromstärke 5460 ± 320 ° abs. Die durch Dissoziationsvorgänge hervorgerufene Temperaturabnahme wurde durch Anwendung des Nernstschen Wärmetheorems näherungsweise berechnet[3]. Ein in die Bogenachse eingebrachter dünner Reinkohlestift nimmt im Luftbogen (2 A) eine Temperatur von 3100 ° abs., im Stickstoffbogen 2300 ° abs. an; dieser Unterschied rührt von der Verschiedenheit der Reaktionen Sonde-Gas her. (A. v. Engel u. M. Steenbeck, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 2, S. 155.) *Sb.*

[1] A. Nikuradse, Arch. Elektrotechn. Bd. 22, S. 305 (1929).
[2] Vgl. Schönherr, ETZ 1909, S. 138.
[3] Eine später mit den neuesten Konstanten und der erweiterten Dissoziationsgleichung durchgeführte Berechnung gibt eine axiale Gastemperatur von 4400 bzw. 5200 ° abs (Luft bzw. N_2); wegen der Diffusion der dissoziierten Moleküle wird die wahre Gastemperatur etwas höher, etwa 4600 (Luft) bzw. 5300 ° abs (N_2) sein.

Der permanente Elektret. — Unter dem Namen Elektret verstehen wir nach Heaviside ein vollkommen durchpolarisiertes Dielektrikum. Zur Polarisation schmilzt man eine Mischung von Wachs und Harz und läßt die geschmolzene Masse unter der Einwirkung eines starken elektrostatischen Feldes erstarren. Der auf diese Weise erhaltene Harzkuchen ist vollkommen durchpolarisiert. In den ersten Tagen nach dem Erstarren zeigen die Oberflächen die entgegengesetzte Ladung der Polarisationselektroden. Diese verschwindet nach wenigen Tagen und die Polarisationsladung tritt auch an der Oberfläche des Harzkuchens auf. Die Polarität derselben ist vom gleichen Vorzeichen wie die der Elektroden. Die Polarisation ist äußerst stabil. Lange Bestrahlung mit Röntgenstrahlen vermag die Ladung oberflächlich zum Schwinden zu bringen. Nach 2 ··· 4 h ist jedoch der frühere Ladungszustand erreicht. Die Oberfläche des Harzkuchens kann entfernt werden, die Ladung bleibt erhalten. Abwaschen mit Wasser, Säuren, Basen, Alkohol usw. ist ohne Einfluß. Durch zusätzliche elektrostatische Beanspruchung nach der Polarisation kann man die Ladungsdichte beeinflussen, ihr Vorzeichen auch umpolen. Nach einigen Tagen kehrt jedoch der frühere Zustand vollkommen wieder. Die Dauerbeständigkeit der Ladung ist sehr groß, in drei Jahren wurde keine Abnahme festgestellt. Die Ladungsdichte ist um 20 % größer als bei der Polarisation eines Schwefelstabes durch Reiben mit Seide. Die Feldstärke an den Belegungen erreicht dauernd einen Wert von 21 kV/cm, also wenig unter der Durchbruchfeldstärke der Luft (? D. Ber.). Der permanente Elektret stellt also im elektrostatischen Felde das Analogon zum permanenten Magneten im magnetischen Felde dar. (M. Eguchi, Philos. Mag. Bd. 49, S. 178.) *Hlz.*

Werkstatt und Baustoffe.

Elektromagnetische Formmaschine. — Schon seit einiger Zeit befaßt man sich mit der Aufgabe, den Antrieb von Gießerei-Formmaschinen für die Verdichtung des Formsandes bei der Herstellung von Gußformen auf elektromagnetische Weise vorzunehmen, da man davon überzeugt ist, daß der elektrische Antrieb infolge seiner Einfachheit in der Bedienung und seiner sicheren Arbeitsweise den Wettbewerb mit den hydraulischen und Druckluft-Formmaschinen aufnehmen könnte, zumal diese Maschinenarten Wasser- bzw. Luftleitungen bedingen, die in vielen Fällen leck werden. Der wichtigste Nachteil bei den bisher gebauten elektromagnetischen Formmaschinen ist ihre verhältnismäßig geringe Leistung und ihr hoher Stromverlust. Man hat nun versucht, diese Nachteile zu beseitigen und eine neue Maschine zu bauen, die in ihrem äußeren allgemeinen Aufbau eine gewisse Ähnlichkeit mit den hydraulischen und Druckluft-Formmaschinen aufweist, während sie sich im Antrieb grundsätzlich von diesen Maschinenarten unterscheidet. Die Betätigung der Maschine erfolgt durch einen Druckknopfapparat, der sich an der für den die Maschine bedienenden Arbeiter bequemsten Stelle befindet. Durch das Drücken auf den Druckknopfapparat wird in Spulen ein Strom von etwa 240 V und 80 A während 1 s zugelassen, was genügt, um die Modellplatte und den mit Sand gefüllten Formkasten von unten gegen den Preßholm nach oben zu heben unter einem Druck, der bei Formmaschinen von 100 mm Hub und Formkastengrößen von 450 · 450 mm etwa 5 t beträgt. Die Schnelligkeit der Erzeugung hängt zum größten Teil von der Art ab, nach der der Sand in den Formkasten gebracht wird, ferner von der Organisation der Formkastenzufuhr und -abfuhr. Bei einer derartigen elektromagnetischen Formmaschine konnte an einem Arbeitstage für die Herstellung von 480 Gießformen ein Stromverbrauch von nur 2,56 kWh festgestellt werden. Bei diesen Maschinen von 100 mm Hub läßt sich der Hub schnell für die Spanne von 0 bis 100 mm einstellen. Das Abheben der Form geschieht selbsttätig, wenn die Modellplatte sich wieder in ihre ursprüngliche Lage senkt, u. zw. ohne Zuhilfenahme des elektrischen Stromes. Handelt es sich um solche Modelle, bei denen ein langsames Abheben notwendig ist, wie z. B. bei hohen Modellen, so muß das Abheben bekanntlich langsam vor sich gehen. In diesem Falle wird die elektromagnetische Formmaschine mit einer Ölbremse ausgestattet, die bei Verwendung von mehr oder weniger zähflüssigem Öl das Senken der Modellplatte in genügend großen Grenzen ermöglicht. Der

Digitized by Google

elektromagnetische Teil, d. h. die Spule, ist vollständig verschlossen, damit sie durch Feuchtigkeit oder durch Sand nicht beschädigt werden kann.

Nach den mit dieser Maschine gemachten Erfahrungen kann man jetzt schon sagen, daß dieser Maschine keine Grenzen in bezug auf Größe und Leistungsfähigkeit gestellt sind. So ließen sich z. B. auch Rüttelformmaschinen bauen, die mit Hilfe elektromagnetischer Spulen eine bestimmte Anzahl von Stößen lieferten. Geplant ist der Bau von Formmaschinen mit einem größeren Hub als 100 mm entweder mit elektromagnetischen Spulen oder mit Elektromagneten, die zur Erleichterung der Trennung des Modells aus der Form mit elektrischen Vibratoren ausgerüstet werden sollen. Die bisher herausgebrachten Maschinen sind für Gleichstrom gebaut. Eine davon ist seit 18 Monaten in Betrieb, ohne daß eine Ausbesserung der elektrischen Teile sich als notwendig erwiesen hat. (Rev. Fond. Mod. Bd. 25, S. 81.) *Kp.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Die Firma Guido Horn, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee, konnte jetzt auf ein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Sie wurde vorher unter dem Namen Horn & Herkner von Herrn Guido Horn gegründet und hat sich viele Verdienste erworben, worunter hier nur die bekannte Schnellflechtmaschinen-Konstruktion erwähnt sei; von dieser sind über 6½tausend Stück im Betriebe.

AUS LETZTER ZEIT.

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG., Essen. — Durch Übernahme der bisher bei der Rheinelektra liegenden Aktien hat sich das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG. in Höhe von rd. 27 % am Kapital der Pfalzwerke beteiligt. — Im Einvernehmen mit der Rheinischen AG. für Braunkohlenbergbau- und Brikettfabrikation, Köln, (Rbr.) hat sich das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, Essen, (RWE) die Aktienbeteiligung der AG. Charlottenhütte an der Kölner Gesellschaft im Ausmaße von rd. 21 Mill RM gesichert. Die Verwaltungen von RWE und Rbr sind überzeugt, daß die bisher schon bestehenden engen Beziehungen zwischen den beiden Gesellschaften zu einer verstärkten Zusammenarbeit auf elektrowirtschaftlichem und bergbaulichem Gebiet führen werden.

Wasserkraftwerk Dsorages in Armenien. — Wie die Zeitung „Industrialisazia" berichtet, wurde Mitte November das Wasserkraftwerk Dsorages in Armenien in Betrieb genommen. Die mechanische und elektrische Ausrüstung des Kraftwerkes wurde in Fabriken Leningrads und Moskaus aus russischen Materialien hergestellt. Auch die Ausführung der Bauarbeiten hat unter Leitung der UdSSR-Ingenieure stattgefunden.

Das Kraftwerk hat eine Gesamtleistung von 22 500 kW ist etwa 150 km von Tiflis entfernt und liegt hinter der Vereinigung der Flüsse Dsoraget und Dehedaget. Der Werkkanal ist in seiner ganzen Länge von 2,5 km in den Felsen eingesprengt. Das nützliche Gefälle beträgt 105 m. Der Wehrbau enthält eine 25 m lange Öffnung, welche mittels einer zylindrischen Walze abgeschlossen wird. Während des Hochwassers, wenn das über die Walze abfließende Wasser eine Höhe von 2 m erreicht, hebt sich die Walze selbsttätig, so daß ein Teil der Wassermenge unter der Walze abfließen kann.

Das Kraftwerk enthält drei stehende Francis-Turbinen von je 7400 kW bei 500 U/min. Die Generatorspannung von 6000 V wird in einer Freiluftverteilungsanlage auf 110 V herauftransformiert. Die verfügbare elektrische Energie Armeniens kann jetzt mehr als um das Doppelte gesteigert werden. Der größte Teil der erzeugten Energie wird von der elektrochemischen Fabrik in Karakliss, zur Elektrisierung der Landwirtschaft und zur Speisung der Bahnstrecke Tiflis—Neninokan verwendet werden. *T. S.*

Neuere Bahnelektrisierungen. — Die Société Nationale des Chemins de Fer Belges hat beschlossen, den schon seit einiger Zeit auf der Tagesordnung stehenden Entwurf einer Elektrisierung der Eisenbahnlinie Brüssel—Antwerpen zur Ausführung zu bringen. Auf der fast ebenen Linie wird ein Gleispaar dem Schnellverkehr mit Triebwagenzügen, zwischenstaatlichen D-Zügen und Schnellzügen mit einer Reisegeschwindigkeit bis 85 km/h vorbehalten. Das andere, davon getrennte, Doppelgleis wird dem Verkehr mit langsam fahrenden Orts- und Güterzügen dienen. Der rasche Entschluß ist nicht zuletzt auf den scharfen Wettbewerb des Kraftwagens auf den neuzeitlich hergerichteten Landstraßen zurückzuführen. Die Kosten dieser Elektrisierung werden mit 200 Mill Fr veranschlagt. Weitere besonders stark belastete Linien Belgiens sollen in der Elektrisierung folgen.

Die hier bereits berichtete Elektrisierung des Nahverkehrs von Kopenhagen[1] soll im Laufe dieses Jahres vollendet werden, damit der elektrische Verkehr Neujahr 1934 aufgenommen werden kann. Die Wagen, welche mit einer Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h fahren, sind bereits in Auftrag gegeben worden.

Zur Vereinigung der Universität und der Technischen Hochschule in Breslau[2]. — Wie der Amtliche Preußische Pressedienst mitteilt, haben über die Durchführung der Vereinigung der Universität und der Technischen Hochschule vor kurzem in Breslau Verhandlungen von Vertretern des Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung und des Finanzministeriums mit den Hochschulbehörden stattgefunden. Die Vereinigung ist vor längerer Zeit von den beiden Hochschulen angeregt und kürzlich von den Kommissaren des Reichs beschlossen worden. Die Verhandlungen betrafen in erster Linie die Umgestaltung der Verwaltung, die Verlegung und Ausgestaltung von Instituten und Einleitung und Durchführung verschiedener baulicher Maßnahmen.

Die Aussprache führte zu einer Einigung über die behandelten Fragen und ergab, daß die Vereinigung der beiden Hochschulen von Anfang an beachtenswerte Vorteile in unterrichtlicher und räumlicher Beziehung erbringen wird. Die künftige Ingenieurwissenschaftliche Fakultät der Gesamthochschule soll die Nachfolgerin und Trägerin der Überlieferung der Technischen Hochschule werden, was nicht nur im Namen der Gesamtanstalt, sondern auch im Namen der Fakultät zum Ausdruck kommen wird.

Die Kommissare der Ministerien empfingen auch die Studierenden der Technischen Hochschule, die gegen die Maßnahmen Einwendungen erhoben hatten, und legten ihnen die Gründe für die Vereinigung und die mit ihr erstrebten und von ihr zu erwartenden Vorteile dar.

Vorstandswechsel beim Sachsenwerk. — Direktor Carl Krecke, bisher Vorstandsmitglied der Bergmann-Elektricitäts-Werke AG., Berlin, ist in den Vorstand der Sachsenwerk, Licht- und Kraft-AG., Niedersedlitz, berufen worden. Direktor Dr.-Ing. Willi Sarfert, bisher Vorstandsmitglied der Sachsenwerk-AG., wird in ein engeres Verhältnis zur AEG treten und seiner alten Firma als Mitglied des Aufsichtsrats weiterhin zur Verfügung stehen.

[1] ETZ 1932, S. 1040.
[2] Vgl. ETZ 1933, S. 69.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Irische Warenzeichen. — Es ist vielfach nicht bekannt, daß der Irische Freistaat eigene Gesetze für gewerblichen Rechtschutz hat, die in Anlehnung an die englischen abgefaßt sind. Danach darf die Bezeichnung „registered" nur für solche Waren angewendet werden, die in Irland unter Schutz gestellt sind. Infolgedessen stellt der Import von Waren, die den Aufdruck „Registered Trade Mark" tragen (beispielsweise weil das Zeichen in Großbritannien oder U. S. A. geschützt ist), nach Irland eine Verletzung des irischen Gesetzes dar, wenn das Zeichen nicht auch in Irland eingetragen ist. Die irischen Behörden richten neuerdings ihr Augenmerk auf diesen Punkt. Es sind mehrere Verurteilungen von Importeuren bekannt geworden, die Waren mit solchen Aufdrücken eingeführt hatten, obgleich Warenzeichen in Irland nicht vorliegen. Für nach Irland importierende Firmen ist es also wichtig, ihre Zeichen dort eintragen zu lassen. Falls das aus besonderen Gründen nicht geschehen kann, darf wenigstens das Wort „registered" auf der Ware oder den Verpackungen nicht erscheinen, oder die Warenzeichen müssen, wenn sie schon den Aufdruck „registered" tragen, einen deutlichen Hinweis darauf enthalten, daß die Eintragung nicht in Irland erfolgt ist, so z. B. „registered Great Britain".

Türkei. — Türkische Patente, die wegen Nichteinzahlung von Jahresgebühren schon verfallen sind, können bis zum 6. IV. 1933 wieder in Kraft gesetzt werden. Hierbei ist zu der gewöhnlichen Jahresgebühr eine Strafe des doppelten Betrages einer gewöhnlichen Jahresgebühr hinzuzuzahlen. Das Gesetz gilt rückwirkend.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zum Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen am Dienstag, dem 7. Februar 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. W. Pohle über das Thema: „Neuzeitliche Raumbeleuchtung".

Inhaltsangabe:

Aufgabe des Beleuchtungskörpers — Vermeidung der Blendung und richtige Verteilung des Lichtstromes im Raum — Beleuchtungskörper älterer und neuerer Ausführungsformen — Anwendung von schlecht und gut streuenden lichttechnischen Baustoffen — Verbindung zwischen Zweckmäßigkeit und geschmacklicher Wirkung — Dekorative Leuchten, Zweckleuchten, Hohlkehlen, Leuchtbänder u. ä.

2. Aussprache.

Zahlreiches Erscheinen der jüngeren Fachgenossen erwünscht.

Vortragsreihe

über „Technische Akustik mit besonderer Berücksichtigung der Lärmbekämpfung".

Mit Unterstützung des Elektrotechnischen Vereins und des Vereins deutscher Ingenieure veranstaltet das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung in der Zeit vom 9. Februar bis 30. März eine Vortragsreihe über „Technische Akustik", in der besonders auf die Fragen der technischen Lärmbekämpfung eingegangen wird. Der Kursus wendet sich an Ingenieure aller Fachrichtungen, die sich über akustische Fragen unterrichten wollen.

Vortragende: Dipl.-Ing. S. Kagan und Dipl.-Ing. W. Willms.
Ort: Alter Physikalischer Hörsaal im Sockelgeschoß des Hauptgebäudes der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 170/172.
Zeit: Donnerstag abends von 18½ (pünktl.) bis 20 Uhr.
Beginn: 9. Februar.

Übersicht.

9. Febr. Physikalische Akustik. Luft- und Körperschall. Schallfeld. Schalldruck. Schallschnelle. Reflexion, Brechung, Beugung. Stehende Wellen.
16. Febr. Physiologische Akustik. Anatomie des Ohres. Hörtheorie. Hörschwellen. Hörfläche. Kurven gleicher Lautstärke. Verdeckung.
23. Febr. Elektroakustik. Mikrophone und Verstärker.
2. März Elektroakustik. Telephone und Lautsprecher; Meßschallquellen.
9. März Akustische Meßtechnik. Rayleighsche Scheibe, Schalldruckmesser, Geräuschmesser. Meßräume.
16. März Akustische Meßtechnik. Schallanalyse. Messung der Frequenz.
23. März Bauakustik. Theorie der Schallisolation (Einfach- und Doppelwände). Meßmethoden. Ergebnisse. Erschütterungsisolierung.
30. März Lärmdämmung. Betriebslärm (Maschinengeräusche), Verkehrslärm (Krafträder), Wohnlärm.

Karten zum Preise von 8 RM (für Studierende von Hoch- und Fachschulen 5 RM) können von der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33II, und des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Ingenieurhaus (Telephon: A 1 Jäger 0035) und am Saaleingang vor Beginn des Vortrages bezogen werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung des Deutschen Ausschusses der Cigre.

Betr.: 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz.

Zu der Mitteilung des VDE in Heft 4 der ETZ, S. 94 vom 26. Januar 1933 betr. Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA) bemerken wir noch, daß jeder Berichterstatter den gleichen Tagungsbeitrag wie Tagungsteilnehmer in Höhe von 375 Frs. entrichten muß. Ständige Mitglieder der Cigre zahlen 300 Frs. Über ständige Mitgliedschaft geben wir auf Anfrage Auskunft.

Für die Tagungsberichte sind besondere Richtlinien aufgestellt, die sich auf den Inhalt des Berichtes, seinen Umfang (höchstens 5000 Worte), seine materielle Darstellung, Figuren usw. beziehen und die von uns zu erhalten sind. Es sind ferner die in dem offiziellen Programm zur 7. Tagung für die Berichte und Sitzungen enthaltenen Sonderbestimmungen, die gleichfalls durch uns erhältlich sind, zu beachten.

Die Anmeldung der Teilnahme an der 7. Tagung hat auf einem besonderen Formular zu erfolgen, das von uns zu beziehen und nach erfolgter Ausfertigung an uns zur Weitergabe nach Paris einzusenden ist.

Zu weiteren Auskünften sind wir gern bereit.

Schließlich machen wir noch darauf aufmerksam, daß der in der Mitteilung vom 26. Januar 1933 in Heft 4 der ETZ, S. 94 angegebene Zeitpunkt des 15. März 1933 für die späteste Einsendung des fertigen Berichtes an uns gilt, während die Anmeldung der Themen und Berichtsdispositionen spätestens am 9. Februar 1933 in unseren Händen sein muß, da am 10. Februar 1933 seitens des DA der Cigre über die Annahme der angemeldeten Themen und Dispositionen endgültige Entscheidung getroffen wird.

Deutscher Ausschuß
der Internationalen Hochspannungskonferenz.
Der Schriftführer:
P. Schirp.

Bekanntmachung.

Kommission für Überspannungsschutz.

Die Kommission veröffentlicht im nachstehenden einen Entwurf

„Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen, L. P. Ü.",

der eine Ergänzung der seit dem 1. Oktober 1925 gültigen „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" darstellt.

Bezüglich der allgemeinen Bemerkungen zu dem Entwurf wird auf die vorangestellte Einführung verwiesen.

Änderungswünsche, Anregungen, Einsprüche u. dgl. werden in dreifacher Ausfertigung bis zum 15. März 1933 an die Geschäftstelle des VDE erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

Einführung.

Im Auftrage des Ausschusses „Prüfung von Überspannungsschutzgeräten" der Kommision für Überspannungsschutz.

Von Dr. R. Vieweg.

Seit Bestehen der bisherigen „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" hat das Gebiet des Überspannungsschutzes eine außerordentliche Entwicklung erfahren. Es sind die Zusammenhänge bei Überspannungsvorgängen in Anlagen in erheblichem Maße aufgeklärt worden und es ist ferner gelungen, auf experimentellem Wege Einblick in das tatsächliche Verhalten von Überspannungsschutzgeräten gegenüber Wanderwellen zu gewinnen und damit auch die an Überspannungsschutzgeräte zu stellenden Anforderungen prüftechnisch zu erfassen. Gerade über die Prüfung von Überspannungsschutzgeräten finden sich in den bisherigen Leitsätzen nur wenige und vom heutigen Standpunkt aus gesehen unzureichende Bestimmungen. Die Kommision für Überspannungsschutz hat daher einen Entwurf zu „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen L.P.Ü." aufgestellt, der hiermit veröffentlicht wird. Eine neue Bearbeitung des allgemeinen Inhalts der bisherigen Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen ist gleichfalls in Angriff genommen und wird binnen kurzem bekanntgegeben werden.

In den L.P.Ü. wird auf allgemeine Fragen des Überspannungsschutzes nur insoweit eingegangen, als dieses für eine Definition der Prüfbestimmungen nötig schien. Hervorzuheben ist der Standpunkt, den die Kommission eingenommen hat, daß Überspannungsschutzgeräte im wesentlichen zur Bekämpfung von Überspannungsvorgängen nichtstationärer Art (Wanderwellen) bestimmt sind, während Überspannungsvorgänge stationärer und quasistationärer Art im allgemeinen von neuzeitlichen Anlagen ausgehalten werden. Weiter wird beim Schutz gegen Wanderwellen auf Grund der Ergebnisse der Gewitterforschung als Hauptaufgabe eines Überspannungsschutzes die Verminderung der Spannungs h ö h e angesehen, während die Verminderung der Steilheit als weniger wichtige Aufgabe gilt. Gemäß dieser Einstellung wird zur Beurteilung der Wirksamkeit eines Überspannungsschutzgerätes als „Schutzwert" das Verhältnis der Spannungsverminderung zum Höchstwert der auflaufenden Welle eingeführt. Für die Schutzwertprüfung, die im übrigen keinen Mindestwert vorschreibt, sondern nur die Prüfmethode regelt, sind wahlweise 2 Verfahren zugelassen, entweder mit Kugelfunkenstrecken oder mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. Die Messung ausschließlich mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen vorzuschreiben, ist bei der zur Zeit noch geringen Verbreitung dieser Geräte nicht angängig, andererseits ist die Entwicklung der Kathodenstrahl-Oszillographen heute so weit vorgeschritten, daß ihre Berücksichtigung geboten ist. Die Schaltung zur Schutzwertprüfung ahmt den Einbau eines Ableiters im Zuge einer Leitung (Durchgangsstation) nach. Aus meßtechnischen Gründen ist die Prüfung einheitlich auf diesen Fall beschränkt worden; auf andere Fälle (Kopfstation, Verzweigung) wird hingewiesen. Für die Stoßbeanspruchung ist eine „Normalwanderwelle" vorgesehen. Bezüglich ihrer Daten besteht im wesentlichen Übereinstimmung mit Vorschlägen, die seitens des Unterausschusses „Stoßprüfung" beim Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad gemacht worden sind.

Außer der Schutzwertprüfung umfassen die Prüfbestimmungen noch Isolations- und Arbeitsprüfungen. Bei der Isolationsprüfung entsprechen die vorgeschriebenen Werte bei Nennspannungen über 1000 V dem vollen Prüfgrad nach den Leitsätzen für den elektrischen Sicherheitsgrad; für Spannungen unter 1000 V wurden diese sinngemäß ergänzt. Die Arbeitsprüfung dient zur Feststellung des einwandfreien Arbeitens eines Überspannungsschutzgerätes in elektrischer, thermischer und mechanischer Hinsicht. Bei dieser Prüfung macht sich besonders die Schwierigkeit geltend, für die verschiedenen Arten von Überspannungsschutzgeräten einheitliche Bestimmungen zu treffen. Die Leitsätze gehen von den gebräuchlichsten Arten von Überspannungsschutzgeräten aus und geben ein auf die sogenannten Überspannungsableiter zugeschnittenes Verfahren für die Arbeitsprüfung an. Bei anderen Typen sind die Anordnungen sinngemäß zu treffen. In einzelnen Punkten werden freilich die Ansichten über die zu wählenden Prüfmaßnahmen so lange verschieden sein, bis weitere Erfahrungen vorliegen, aber es ist gerade eine wichtige allgemeine Aufgabe der in vorsichtiger Form als „Leitsätze" vorgeschlagenen Bestimmungen, einen ersten Rahmen zu schaffen, in dem für die Prüfung von Überspannungsschutzgeräten systematische Erfahrungen gewonnen werden können.

Entwurf 1.

Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen L.P.Ü./1934.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.
§ 3. Überspannungsschutzgeräte.
§ 4. Überspannungsvorgänge.
§ 5. Bestimmungsgrößen von Überspannungswellen.
§ 6. Schutzwert von Überspannungsschutzgeräten.
§ 7. Einteilung der Überspannungsschutzgeräte.
§ 8. Nennwerte von Überspannungsschutzgeräten.
§ 9. Arbeitswerte von Überspannungsableitern.

III. Bestimmungen.
§ 10. Einteilung der Prüfungen.
A. Isolationsprüfung.
§ 11. Allgemeines.
§ 12. Isolationsprüfung von Ableitern nach § 7, A.
§ 13. Isolationsprüfung von Drosselspulen.
§ 14. Isolationsprüfung von Kondensatoren.
B. Arbeitsprüfung.
§ 15. Allgemeines.
§ 16. Arbeitsprüfung bei Ableitern nach § 7, A.
§ 17. Arbeitsprüfung bei anderen Gerätetypen.
§ 18. Bestimmung der Gerätekonstanten.
C. Schutzwertprüfung.
§ 19. Schaltung.
§ 20. Messung mittels Funkenstrecken.
§ 21. Messung mittels Kathodenstrahl-Oszillographen.
§ 22. Betriebsmäßige Einstellung von Ableitern.
D. Ursprungszeichen und Leistungsschild.
§ 23. Leistungsschild.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für alle Arten von Starkstrom-Überspannungsschutzgeräten, deren Herstellung nach dem 1. Januar 1934 begonnen wird.

Die nachstehenden Bestimmungen sind auf die gebräuchlichsten Arten von Überspannungsschutzgeräten zugeschnitten und sind auf Sondertypen sinngemäß anzuwenden.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Überspannungsschutzgeräte.

Überspannungsschutzgeräte sind Einrichtungen, die verhindern sollen, daß die Isolation einer Anlage höhere elektrische Beanspruchungen erfährt als sie aushalten kann.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Überschlag- und Durchschlagspannung nicht allein von der Höhe der Spannung, sondern auch von ihrem zeitlichen Verlauf abhängen.

§ 4.

Überspannungsvorgänge.

Überspannung ist jede Spannungserhöhung, die den Bestand oder Betrieb einer elektrischen Anlage gefährdet. Man unterscheidet als Hauptarten von Überspannungsvorgängen stationäre, quasistationäre und nichtstationäre.

Die Überspannungsschutzgeräte sind im wesentlichen zur Bekämpfung von Überspannungen nichtstationärer Art (Wanderwellen) bestimmt; die gefährlichsten und häufigsten Überspannungen dieser Art treten bei Blitzeinschlägen und Isolationsdurchbrüchen auf und breiten sich längs der Leitungen aus.

§ 5.

Bestimmungsgrößen von Überspannungswellen.

Abb. 1 zeigt schematisch eine Überspannungswelle mit den charakteristischen Bestimmungsgrößen des Höchstwertes, der Steilheit, der Stirndauer und der Halbwertdauer.

Digitized by Google

Die Steilheit wird definiert als Quotient von Höchstwert (U_m in kV) und Stirndauer (T_s in µs), also

$$\frac{U_m}{T_s} \text{ in } \frac{kV}{\mu s}.$$

Unter Halbwertdauer T_h wird die Zeit verstanden, während der die Spannung 50 % des Höchstwertes überschreitet.

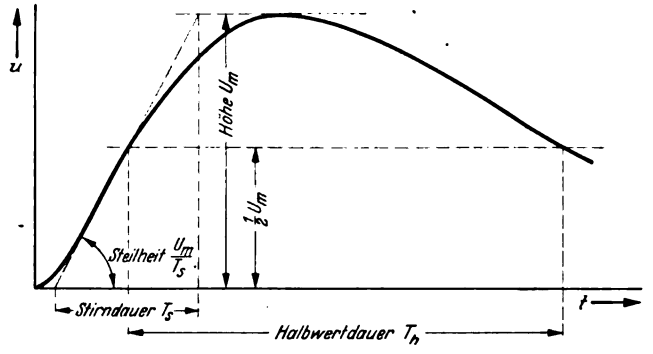


Abb. 1. Schema einer Wanderwelle.

§ 6.

Schutzwert von Überspannungsschutzgeräten.

Den Überspannungsschutzgeräten fällt eine zweifache Aufgabe zu, nämlich die Spannungshöhe und die Steilheit auf ein zulässiges Maß herabzusetzen. Je nach ihrer Bauart sind Überspannungsschutzgeräte imstande, eine von diesen Forderungen oder auch beide zu erfüllen.

Auf Grund der Ergebnisse der Gewitterüberspannungsforschung sowie mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik, insbesondere des Maschinen- und Transformatorenbaues, wird die Bekämpfung der Spannungshöhe als Hauptaufgabe angesehen.

Als Schutzwert s wird der Quotient von Spannungsverminderung und Höchstwert der ohne Überspannungsschutzgerät auftretenden Überspannung bezeichnet, also

$$s = \frac{U_m - U_a}{U_m};$$

hierbei ist

U_m der Höchstwert der Spannung ohne Überspannungsschutzgerät,

U_a der Höchstwert der Spannung unter Einwirkung des Gerätes.

Es bedeutet z. B. s = 0,60, daß die Überspannung durch das Schutzgerät um 60 % herabgesetzt wird.

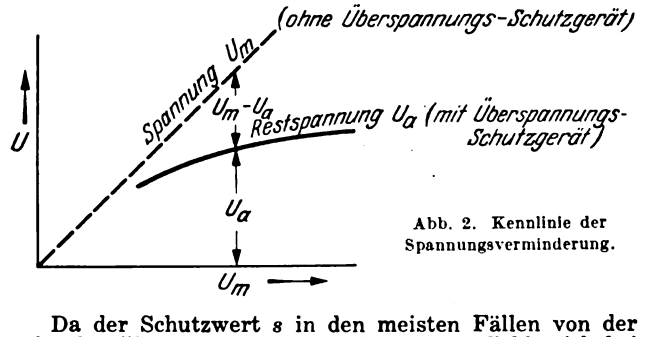


Abb. 2. Kennlinie der Spannungsverminderung.

Da der Schutzwert s in den meisten Fällen von der Höhe der Überspannung abhängig ist, empfiehlt sich bei bildlicher Darstellung die Auftragung der am Überspannungsschutzgerät verbleibenden Spannung U_a als Ordinate über der ohne Überspannungsschutzgerät auftretenden Spannung U_m als Abszisse (s. Abb. 2).

§ 7.

Einteilung der Überspannungsschutzgeräte.

Man unterscheidet folgende Hauptarten:

A Ableiter, bei denen der Stromfluß oberhalb einer bestimmten Spannung beginnt und die Leitfähigkeit des Widerstandsgebildes (charakteristisches Element, vgl. § 12)
1. annähernd gleich bleibt (Ableiter mit konstanten Widerständen),
2. mit steigender Spannung zunimmt (Ableiter mit spannungsveränderlichen Widerständen).

B Drosselspulen
1. ohne zusätzliche Dämpfung,
2. mit zusätzlicher Dämpfung, z. B. Überbrückung durch Widerstände.

C Kondensatoren.
1. Konzentrierte Kapazitäten,
2. Schutzkabel.

Geräte nach A vermögen hauptsächlich die Höhe der Überspannungswelle zu vermindern. Geräte nach B und C vermindern in erster Linie die Steilheit der auftretenden Wanderwelle; bei ausreichender Bemessung verhindern Geräte nach C auch deren Höhe.

§ 8.

Nennwerte von Überspannungsschutzgeräten.

1. Die Nennspannung ist der Effektivwert der Spannung — bei Drehstrom der verketteten Spannung —, für die das Gerät bestimmt ist.
2. Die Geräte sollen bei Spannungen verwendbar sein, die 15 % über der Nennspannung liegen.

§ 9.

Arbeitswerte von Überspannungsableitern nach § 7, A.

1. Ansprechspannung (Zündspannung) ist die Spannung, bei der ein Strom durch den Ableiter zu fließen beginnt.
2. Arbeitsspannung (Restspannung) ist die Spannung, die am Ableiter beim Ansprechen verbleibt.
3. Entladestrom ist der Strom, der durch den Ableiter bei Beanspruchung mit einer Überspannungswelle fließt.
4. Nachfolgender Strom ist der Strom, der unter dem Einfluß der Betriebsspannung nach dem Durchgang einer Wanderwelle durch den Ableiter fließt.

III. Bestimmungen.

§ 10.

Einteilung der Prüfungen.

Überspannungsschutzgeräte sollen folgenden Prüfungen unterworfen werden:

A. Isolationsprüfung nach §§ 11 ··· 15.
B. Arbeitsprüfung nach §§ 16 ··· 18.
C. Schutzwertprüfung nach §§ 19 ··· 21.

A. Isolationsprüfung.

§ 11.

Allgemeines.

Die Prüfspannung soll praktisch sinusförmig, ihre Frequenz gleich 50 Per/s sein (ausgenommen die Sprungwellenprüfung nach § 13). Die Leistung der Spannungsquelle soll mindestens 10 kVA betragen.

Bei der Prüfung ist die Spannung allmählich auf den vollen Wert der Prüfspannung zu steigern.

Als Regel gilt:

1. Bei der Spannungsprüfung darf nur höchstens 50 % der Endspannung durch Einschalten mittels Schalters auf das Prüfobjekt gegeben werden.
2. Die Steigerung der Spannung vom halben Wert zum Endwert soll stetig oder in Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung erfolgen.
3. Die Zeit der Spannungssteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner als 10 s sein.
4. Die Prüfdauer wird vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet.

§ 12.

Isolationsprüfung von Ableitern nach § 7, A.

a) Trockenprüfung von Isolatoren. Die Prüfung der betriebsmäßig unter Spannung stehenden oder beim Ansprechen unter Spannung kommenden Isolierteile von Innenraumableitern erfolgt in trockenem und sauberem Zustand als Typenprüfung mit der vollen Prüfspannung nach d). Die Spannungsprüfung wird im allgemeinen zwischen Leitungsklemmen und Erdungsanschluß ausgeführt, bei mehrphasigen Geräten auch zwischen den einzelnen Leitungsklemmen untereinander.

Vorbereitung: Funkenstrecken und Ableiterelemente dürfen ganz oder teilweise entfernt werden, wenn dies erforderlich ist, um eine Beschädigung bei der Prüfung zu vermeiden, oder wenn die Prüfspannung sonst nicht erreicht werden kann. Bei Isolierteilen, die parallel zum charakteristischen Element eines Ableiters liegen, werden Vorschaltfunkenstrecken kurzgeschlossen und Ab-

Digitized by Google

leiterelemente entfernt. Bei Isolierteilen, die parallel zur Vorschaltfunkenstrecke liegen, werden diese auseinandergezogen oder herausgenommen.

b) Trockenprüfung fertiger Ableiter. Jeder fertige Ableiter (Innenraum- und Freiluftausführung) ist einer Stückprüfung zu unterwerfen. Diese umfaßt

1. die Feststellung der Ansprechspannung bei Wechselstrom von 50 Per/s;
2. die Prüfung des Gerätes mit einer 10 % unter der Ansprechspannung liegenden Wechselspannung von 50 Per/s.

Bei Bestimmung der Ansprechspannung ist darauf zu achten, daß das charakteristische Element nicht durch übermäßige Erwärmung beschädigt wird.

c) Naßprüfung. Bei Ableitern in Freiluftausführung sind an Stelle der Trockenprüfung nach a) und außer der Stückprüfung nach b) Naßprüfungen als Typenprüfungen durchzuführen. Diese werden bei 5 min Vorberegnung mit Wasser von einer Leitfähigkeit von 100 μS/cm (entsprechend 10 000 Ωcm) vorgenommen, das mit einer Regenstärke von 3 mm/min unter 45 ° auffällt.

Die Naßprüfung der Isolierteile erfolgt mit der vollen Prüfspannung nach d), die Spannungswerte für die Naßprüfung der fertigen Ableiter ergeben sich aus b).

d) Prüfspannungen und Prüfdauer. Soweit nicht unter b) anderes bestimmt ist, gelten die Prüfspannungen U_P gemäß Tafel I.

Tafel I.

Prüfspannungen für die Isolationsprüfung.

	I	II
	Nennspannung U kV	Prüfspannung U_P kV
1	bis 0,3	3
2	über 0,3 ··· 2,5	10 U
3	über 2,5	2,2 U + 20

Bei Ableitern, deren Ableiterelement aus mehreren in Reihe geschalteten Gliedern besteht, so daß jeweils nur ein bestimmter Anteil der Gesamtspannung auf ein Glied entfällt, kann die Prüfung der einzelnen Glieder mit einer ihrem Spannungsanteil entsprechenden Prüfspannung erfolgen.

Die Prüfdauer beträgt:

im allgemeinen . . . . . 1 min,
wenn Faserstoff, Vergußmasse oder Öl verwendet ist . . . . . 5 „ .

Gleitfunken dürfen unter 80 % der vollen Prüfspannung nicht auftreten.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn weder Durchschlag noch Überschlag erfolgt, keine Gleitfunken längs der isolierenden Oberfläche unterhalb der Gleitfunkengrenze und keine örtlich begrenzten Erwärmungen auftreten.

§ 13.

Isolationsprüfung von Drosselspulen.

Für die Isolationsprüfung von Drosselspulen gelten die entsprechenden Bestimmungen für die Wicklungs- und Sprungwellenprüfung von Kurzschlußdrosselspulen in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.“

§ 14.

Isolationsprüfung von Kondensatoren.

Werden Kondensatoren für Überspannungsschutzzwecke verwendet, so gelten für die Isolationsprüfung die entsprechenden Bestimmungen der „Leitsätze für ruhende elektrische Kondensatoren in Starkstromanlagen“ bzw. der „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.“

B. Arbeitsprüfung.

§ 15.

Allgemeines.

Die Arbeitsprüfung dient zur Feststellung des einwandfreien Arbeitens eines Überspannungsschutzgerätes in elektrischer, thermischer und mechanischer Hinsicht.

§ 16.

Arbeitsprüfung bei Ableitern nach § 7, A.

Für Überspannungsableiter nach § 7, A wird die Arbeitsprüfung in der Weise vorgenommen, daß die Ableiter an der höchsten zulässigen Betriebsspannung (Nennspannung + 15 % gemäß § 8) von 50 Per/s liegen und gleichzeitig mit Stoßspannung beansprucht werden. Es wird eine Schaltung ähnlich Abb. 3 empfohlen.

Statt der symmetrischen Schaltung in Abb. 3 kann auch eine unsymmetrische Anordnung getroffen werden. Die gezeichnete Schaltung hat den Vorteil, daß sie die Gefährdung der Stromquelle durch den nachfolgenden Betriebsstrom verringert.

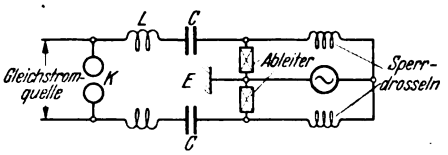


Abb. 3. Schaltung zur Arbeitsprüfung.

Die Bestimmungsstücke der Schaltung sind nach folgenden Gesichtspunkten auszuwählen:

1. Entladestromkreis.

Der Scheitelwert des Entladestromes soll nach Möglichkeit bei Ableitern bis 20 kV Betriebsspannung einschließlich in der Größenordnung von 500 A, bei Ableitern über 20 kV Betriebsspannung in der Größenordnung von 1000 A liegen. Die Halbwertdauer des Stromes soll etwa 20 μs betragen.

2. Kreis des nachfolgenden Betriebsstromes.

Die Sperrdrosseln (Abb. 3) sind so zu bemessen, daß höchstens 20 % der Stoßenergie über sie ihren Ausgleich finden. Die Größe der Wechselstromquelle ist hierbei so zu wählen, daß sie hinreichend Gewähr für ein ordnungsgemäßes Arbeiten des Ableiters bietet.

Die Schaltung in Abb. 3 geht durch symmetrische Ergänzung aus der für die Schutzwertprüfung empfohlenen Schaltung (§ 18, Abb. 4) hervor. Es bedeuten

K die Kugelfunkenstrecke,
L die Drosselspulen,
C die Kondensatoren.

Die Wahl von L und C hängt bei dieser Schaltung von dem wirksamen Widerstand der zu prüfenden Ableiter ab; es kann daher kein fester Wert angegeben werden.

Beispiel: Bei einem angenommenen Ableiterwiderstand $R_a = 100\,\Omega$ ist $L = 0{,}1$ mH und $C = 0{,}3\,\mu$F zu wählen.

Die Arbeitsprüfung wird als Typenprüfung in der Weise ausgeführt, daß auf das Gerät mindestens 100 Schläge gegeben werden, die in Gruppen zu je 10 Entladungen von etwa 1 ··· 5 s Abstand mit einer darauf folgenden Abkühlungspause von 10 min erfolgen.

Die Arbeitsprüfung gilt als bestanden, wenn das Überspannungsschutzgerät bei jedem Schlag einwandfrei gearbeitet hat, insbesondere der nachfolgende Betriebsstrom nach jedem Schlag abgerissen ist. Auch darf das Gerät als Ganzes keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erfahren haben.

§ 17.

Arbeitsprüfung bei anderen Gerätetypen.

Läßt sich bei einem Überspannungsschutzgerät infolge seiner Wirkungsweise und Konstruktion die Arbeitsprüfung in der Schaltung nach § 16 nicht ausführen, so ist die Schaltung den besonderen Bedingungen der Gerätetype anzupassen.

§ 18.

Bestimmung der Gerätekonstanten.

1. Bei Ableitern mit konstantem Widerstand ist der Wert des Ableiterwiderstandes zu bestimmen (s. § 22).
2. Werden in Überspannungsschutzgeräten Kondensatoren oder Drosselspulen verwendet, so sind Kapazität oder Induktivität zu bestimmen (s. § 22).

C. Schutzwertprüfung.

§ 19.

Schaltung.

Der Schutzwert von Ableitern nach § 7, A soll bei einer Beanspruchung mit einer Spannungswelle ermittelt werden, deren Stirndauer $T_s \approx 1\,\mu$s und deren Halbwert-

Digitized by Google

dauer, unendlich hohen Ableiterwiderstand vorausgesetzt, $T_k \approx 50\,\mu s$ beträgt. Die Schaltung ist in Abb. 4 dargestellt.

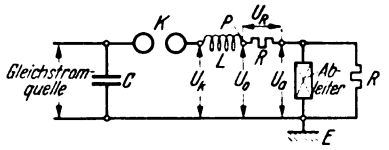


Abb. 4. Schaltung zur Schutzwertprüfung.

Die geforderte Spannungswelle wird beispielsweise erreicht, wenn die von einer beliebigen Gleichspannungsquelle aufgeladene Kapazität $C = 0{,}07\,\mu F$ über die Kugelfunkenstrecke K und die Selbstinduktion $L = 1\,mH$ stoßartig auf die beiden praktisch induktionsfreien Widerstände R gleich je $500\,\Omega$ und den Ableiter entladen wird.

Der Kondensator werde mit der Spannung U_K aufgeladen, die gleich der Überschlagspannung von K ist. Kurz nach dem Überschlag an K tritt bei P die maximale Spannung $U_0 \approx 0{,}95\,U_K$ auf, die sich im Verhältnis $U_R : U_a$ auf den Widerstand R und den Ableiter verteilt, dessen Widerstand R_A sei. Die am Ableiter auftretende Spannung wird danach

$$U_a = U_0 \frac{R_A}{2R_A + R}.$$

Es liegen nach dem Überschlag der Funkenstrecke K dieselben Verhältnisse vor, wie wenn eine Wanderwelle von der Höhe

$$U_m = \frac{U_0}{2}$$

aus einer Leitung mit $Z = 500\,\Omega$ Wellenwiderstand auf einen im Zuge dieser Leitung eingebauten Ableiter auftrifft, denn nach den bekannten Wanderwellen-Gesetzen würde an einem solchen durch einen Ableiter geschützten Punkte der Leitung die Spannung

$$U_0 \frac{R_A}{2R_A + Z}$$

auftreten.

Die Messung kann mittels Kugelfunkenstrecke oder Kathodenstrahl-Oszillographen erfolgen. Die mit Schaltung 4 erhältliche Kennlinie der Spannungsverminderung gibt das Verhalten eines Ableiterwiderstandes, der im Zuge einer Leitung eingebaut ist (Durchgangsstation); auf das Verhalten von Ableitern bei Einbau an anderen Leitungsanordnungen (Kopfstation, Verteilungsstation) kann durch sinngemäße Anpassung der Schaltung in Abb. 4 experimentell oder auch durch Umrechnung geschlossen werden.

§ 20.
Messung mittels Funkenstrecken.

Mittels Funkenstrecken[1] wird in der Weise gemessen, daß an die Klemmen des Widerstandes R und an die des Ableiters Meßfunkenstrecken angeschlossen und durch Verstellen dieser Funkenstrecken bei gleichbleibendem Abstand von K die Spannungen U_R und U_a bestimmt werden. Der Entladeverzug der Meßfunkenstrecken ist möglichst aufzuheben; außerdem wird empfohlen, mit der Messung erst zu beginnen, wenn sich eine regelmäßige Funkenfolge (Abstand etwa je 1 s) eingestellt hat.

Der Ableiterstrom ist aus der Gleichung $I = \frac{U_R}{R}$ zu berechnen. Zum Aufzeichnen der Stromspannungskurve $I = f(U_a)$ oder der Schutzwertkurve (Restspannung als Funktion der aufgedrückten Spannung) $U_a = f(U_m) = f\left(\frac{U_0}{2}\right)$ ist die Messung von U_R und U_a bei verschiedenen Einstellungen von K zu wiederholen.

Die Richtigkeit der Funkenstreckenmessung kann durch die Probe $U_R + U_a \approx 0{,}95\,U_K$ nachgeprüft werden, wobei U_K aus dem Abstand von K bestimmt wird.

[1] Für die Messung mittels Funkenstrecken gelten die „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft".

§ 21.
Messung mittels Kathodenstrahl-Oszillographen.

Die Messung mittels Kathodenstrahl-Oszillographen kann auf eine der beiden folgenden Arten vorgenommen werden: Entweder werden die Spannungen U_R und U_a direkt oder über einen Spannungsteiler an je ein Paar der Ablenkplatten des Kathodenstrahl-Oszillographen angeschlossen, dann ergibt die Messung unter Berücksichtigung von $I = U_R : R$ eine Stromspannungskurve, oder es wird ebenso an ein Plattenpaar U_0 und an das andere U_a angeschlossen, dann erhält man unter Beachtung von $U_m = \frac{U_0}{2}$ eine Kennlinie der Restspannung (vgl. Abb. 2).

Da sich der Kondensator C über die Widerstände R und den Ableiter allmählich entlädt, sinken die Spannungen U_0, U_R und U_a stetig ab und durchlaufen alle Werte.

§ 22.
Betriebsmäßige Einstellung von Ableitern.

Der Ableiter soll so eingestellt werden, daß er bei betriebsmäßig vorkommenden Spannungserhöhungen, z. B. einphasigem Erdschluß, noch nicht anspricht. Man wählt daher zweckmäßig eine Ansprechspannung von mindestens der 2-fachen Nennspannung.

D. Ursprungszeichen und Leistungsschild.

§ 23.
Leistungsschild.

Jedes Überspannungsschutzgerät muß deutlich und haltbar folgende Angaben tragen:

1. Hersteller oder Firmenzeichen
2. Modellbezeichnung oder Listennummer
3. Nennspannung
4. Widerstand, Induktivität und Kapazität bei Schutzgeräten mit konstanten Widerständen, Drosselspulen und Kondensatoren.

Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ.

Wir stellen den Beziehern der ETZ für das Jahr 1932 wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Der Preis beträgt 2,20 RM für den Halbjahresband, einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf unser Postscheckkonto Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk beifügen „ETZ-Einbanddecken") oder durch schriftliche Bestellung. Im letzteren Falle erfolgt der Versand unter Nachnahme, zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 7. II. 1933, abds. 8 h, gr. Hörsaal der T. H.: Vortrag Dr. Müller-Hillebrandt, Berlin, „Gewitterbildung, Blitzausgleich und der Schutz el. Netze".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 9. II. 1933, abds. 8¼ h, Saal des Bierhauses Engelhardt: Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. C. Stoerk, Berlin, „Sonderansprüche und Sonderwerkstoffe in der Hochspannungs-Keramik".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 7. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Oberingenieur Thun, „Allgemeines über Röntgenanlagen, unter bes. Berücks. der neuen hochspannungsgeschützten und strahlensicheren Apparaturen".

Schleswig-Holsteinischer Elektrotechn. Verein, Kiel. 10. II. 1933, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. Kiel, Fleckenstraße 16: Vortrag Obering. Weisbach, Berlin, „Die Anwendung gesteuerter Groß-Gleichrichter und Umrichter".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirkes, Mülheim. 8. II. 1933, abds. 7½ h, Bochum, Restaurant im alten Stadtpark: Vortrag Obering. Raven, Gelsenkirchen, „Freiballonfahrten und Einrichtung eines modernen Ballons" (mit Damen).

Elektrotechn. Verein München. 8. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Obering. Franken, Köln-Bayenthal, „Zeitgemäße Niederspannungs-Schalt- und Verteilungsanlagen".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 10. II. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: Vortrag K. Weißenberg, „Theorie des Formänderungswiderstandes der Kolloide" (m. Experimenten und Vorführ. von Modellen).

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. 10., 17. u. 24. II. 1933, abds. 6½ ... 8 h, alter Physikhörsaal der T. H., Hauptgeb.: Vorträge Prof. W. Kucharski, „Aus der Mechanik des Kreisels". 3 Doppelstunden 3 RM. Kartenbestellungen für die Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Straße 27, zu richten.

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Vor 25 Jahren trat Herr Max Seidel als Leiter der Verkaufsabteilung in die Aronwerke Elektrizitäts AG., Berlin, ein. Er erhielt 1909 Prokura, wurde 1914 zum stellvertretenden Geschäftsführer und 1919 zum Geschäftsführer der Firma ernannt. Seiner Leitung unterstehen sämtliche Verkaufsabteilungen des Konzerns. Infolge seines umfassenden Wirkungskreises und seiner großen Erfahrungen wurde er in den Vorstand des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, der Vereinigung elektrotechnischer Spezialfabriken und des Verbandes deutscher Elektrizitätszählerfabriken berufen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Industrieöfen für Weiterverarbeitung. Von Dr. V. Paschkis. Mit 251 Abb. i. Text u. 3 Taf., XII u. 305 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 31,50 RM.

Das Buch befaßt sich mit der Konstruktion und dem Betrieb elektrischer Widerstandsöfen für die Weiterverarbeitung. Die Aufgabe, eine einheitliche Zusammenfassung und Beurteilung der teilweise einander widersprechenden, für die Konstruktion maßgebenden wärmetechnischen Gesichtspunkte zu geben, ist um so schwieriger, als die dazu nötigen Kenntnisse verschiedenen Wissensgebieten angehören. Daß sie in dem vorliegenden Buch eine vorzügliche Lösung gefunden hat, beruht neben der langjährigen Erfahrung des Verfassers nicht zum wenigsten auf der streng und folgerichtig durchgeführten Beschränkung auf das zwar verhältnismäßig enge, dafür aber erschöpfend behandelte Spezialgebiet.

Sehr eingehend und in vieler Beziehung neuartig werden die Fragen der Wärmewirtschaft und der Wirtschaftlichkeit durchdacht. Außer den allgemeinen Grundlagen wird das notwendige Zahlenmaterial in Tabellen und Kurvenblättern und bis ins einzelne durchgeführte Rechnungsbeispiele gegeben. Die Erörterungen sind basiert auf einer gründlichen und kritischen Verwertung der vorhandenen Literatur über die Eigenschaften der verwendeten Materialien und das Verhalten der Öfen.

Weitere Abschnitte befassen sich mit den Beschickungsvorrichtungen und den Temperaturmeß- und -regeleinrichtungen. Das umfangreiche Material ist übersichtlich geordnet und überall der Versuch einer kritischen Würdigung gemacht. Bei der Fülle des Materials konnten naturgemäß manche Probleme nur kurz gestreift werden. Die getroffene Auswahl wird man aber als sehr einheitlich und zweckmäßig anerkennen müssen, vor allem da überall auf die in genügender Menge vorhandene Spezialliteratur hingewiesen ist.

Das Buch wird dem Benutzer und Hersteller von Widerstandsöfen in gleicher Weise nützlich sein. Es orientiert aber auch über die mit der Strombelieferung und Berechnung zusammenhängenden Fragen. Darüber hinaus wird die Behandlung der wärmetechnischen und wirtschaftlichen Fragen auch für andere Ofenarten manche Anregung geben können. M. Pirani.

Die Herstellung papierisolierter Starkstromkabel. Von Dr.-Ing. H. Müller. Mit 43 Textabbildungen u. IV, 132 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 14,50 RM, geb. 16 RM.

Das Buch soll, wie der Verfasser im Vorwort ausführt, den Bedürfnissen der Werkstattleitung und -organisation dienen. Diese Aufgabe wird das Buch in hohem Maße erfüllen. Zunächst werden die Herstellung des Leiters mit rundem und sektorförmigem Querschnitt und die zugehörigen Seilmaschinen behandelt. Besonders wertvoll erscheint das folgende Kapitel über die Papierumspinnung des Leiters, den Aufbau der Isolierhülle und die Papierumspinnmaschinen. Aus theoretischen Überlegungen abgeleitete übersichtliche Diagramme stellen willkommene Hilfsmittel dar, welche die Zusammenhänge zwischen dem Durchmesser der jeweiligen Papierlage, dem Vorschub des Leiters in axialer Richtung, der in gleicher Richtung gemessenen Überlappung des Papierstreifens, seiner Breite und dem Neigungswinkel der Schraubenlinie schnell und sicher zu überblicken gestatten. Weitere Abschnitte behandeln den Aufbau der Kabelseele, die Mehrleiterverseilmaschinen, die Trocknungs- und Tränkungsverfahren und -einrichtungen, das Pressen des Bleimantels, grundsätzliche Ausführungsformen der Bleipresse, Ab- und Aufrollvorrichtungen und schließlich Aufbau und Aufbringen der Bewehrung. Den besonderen Bedürfnissen der Werkstattleitung ist dadurch Rechnung getragen, daß für jede Arbeitstufe ein Beispiel für eine umfassende Arbeitsvorschrift durchgeführt ist und im Schlußabschnitt des Buches die Grundlagen für den Aufbau eines Akkordsystems besprochen sind. Das vorliegende Buch wird aber nicht nur von den Werkstattingenieuren der Starkstromkabel herstellenden Fabriken und von den für die Lieferung von Kabelmaschinen in Betracht kommenden Maschinenfabriken begrüßt werden, sondern es bietet darüber hinaus wohl jedem Kabelfachmann wertvolle Anregungen. Wenn auch der Verfasser die Behandlung des gesamten Kabelaufbaus in erster Linie technologischen Gesichtspunkten untergeordnet hat, so finden sich doch zahlreiche beachtenswerte Hinweise auf die neuere Entwicklung, die sich bei den Kabelkonstruktionen an verschiedenen Stellen anbahnt und ihren Ursprung in den umfangreichen Untersuchungen der neueren Zeit über das Verhalten eines geschichteten, getränkten Faserstoff-Dielektrikums genommen hat. G. Eggeling.

Berechnungsgrundlagen und konstruktive Ausbildung von Einlaufspirale und Turbinensaugrohr bei Niederdruckanlagen. Von Dr.-Ing. H. Rohde. Mit 41 Abb. i. Text u. IV, 112 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 11 RM.

Das interessante und flott geschriebene Büchlein beschäftigt sich weniger mit der Bestimmung der Spiralen- und Saugrohrformen im Hinblick auf die hydraulischen Anforderungen, als vielmehr mit der konstruktiven Durchbildung bei gegebener Innenform, mit der Festigkeitsberechnung und mit der Bauausführung, wobei als Baustoff Eisenbeton vorausgesetzt wird. Bei Niederdruckanlagen sind die behandelten Fragen für die wirtschaftliche Durchbildung der Kraftwerke wichtig, da auf Spiralgehäuse und Saugrohre ein hoher Bruchteil der Gesamtkosten des Kraftwerkes entfällt; bei der in Nordamerika neuerdings immer mehr angewendeten sog. Freiluftausführung der Wasserkraftwerke besteht ja gar das ganze Kraftwerk fast nur noch aus Spiralgehäusen und Saugrohren. Für Ingenieure, die sich mit dem Entwerfen von Niederdruckwerken befassen, ist das Buch ein wertvolles Hilfsmittel; es kann aber auch dem Turbineningenieur empfohlen werden, da es mancherlei in der Literatur bisher nicht erwähnte Gesichtspunkte aufzeigt, die bei der Entwicklung hydraulisch günstiger Spiralen und Saugrohre im Hinblick auf die Bauausführung Beachtung verdienen. D. Thoma.

Verfrachtung und Frachtkostenberechnung im technischen Überseehandel. Von K. B. Osburg. Mit 37 Abb., 9 Zahlentaf. u. 102 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1932. Preis geb. 6,90 RM, f. VDI-Mitgl. 6,20 RM.

Das Buch stellt eine geschickte Zusammenfassung alles für den Versand usw. Wissenswerten dar, wenn es auch dem mit der Verfrachtung vertrauten Bearbeiter nichts Neues bringt. Es füllt eine Lücke aus, wenn es in die Hände derjenigen Stellen gelangt, die vor dem Versandbüro liegen. Es muß aber davor gewarnt werden, diesen Stellen, die an sich nicht dauernd im Versand tätig sind, als ausschließliche Richtschnur zu dienen, es kann nur als allgemeine Information betrachtet werden. Das Versandwesen ist eine derart flüssige Materie, daß nur derjenige, der dauernd darin tätig ist, sie beherrschen kann; deshalb muß die Versandstelle letzten Endes immer die ausschlaggebende bleiben. Das Buch darf keinesfalls dazu verführen, daß irgendeine Fabrikations- oder sonstige Stelle nun zu der Ansicht kommt, den Versand mit übernehmen zu wollen, weil dann leicht der Schaden größer werden kann als der beabsichtigte Nutzen. Zusammenfassend ist zu sagen, daß das Buch eine brauchbare Zusammenfassung des vorhandenen Materials darstellt, wenn es in die richtigen Hände gelangt und von diesen auch richtig ausgewertet wird. L. Mundt.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Schupp, Messung der Dielektrizitätskonstanten von Salzen. T.H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus „Z. Physik" Bd. 75, H. 1/2. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Werner Weingärtner, Über die Berechnung des Wärmeverbrauchs von Kraftwerken. T.H. Hannover 1932. (Erschien auch in „ETZ" 1932, S. 311, unter dem Titel: Der Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit.)

Digitized by Google

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 4. Vierteljahr 1932[1]. — Während des 4. Vierteljahrs war die Preisbewegung verhältnismäßig ruhig; Schwankungen in dem Ausmaß der vorangegangenen Zeit sind nicht zu verzeichnen gewesen. Das Geschäft war im allgemeinen sehr ruhig, die Kauftätigkeit gering. Bemerkenswert für die zukünftige Preisentwicklung ist aber, daß gegen Ende des Jahres 1932 die Anpassung der Erzeugung an den gesunkenen Verbrauch erreicht zu sein scheint, zum Teil sogar die bisherige Entwicklung in ihr Gegenteil umgeschlagen ist, insofern als die Produktion jetzt unter dem Verbrauch liegt. Das geht deutlich aus der Entwicklung der Vorräte hervor. Während bei Zink, wo die Produktionsdrosselung durch das Zinkkartell am schärfsten durchgeführt ist, schon während des ganzen Jahres ein Vorratsabbau (insgesamt um fast 20 %) zu erkennen ist, der gegen Ende des Jahres ein immer stärkeres Ausmaß annahm, setzt der Vorratsabbau bei den übrigen Metallen, Kupfer, Blei und Zinn, etwa im August 1932 ein. Diese Entwicklung ist in den letzten Monaten aber weniger durch weitere Produktionseinschränkung als durch eine — wenn auch nur geringe — Zunahme des Absatzes erfolgt. So stieg bei Kupfer z. B. der Verbrauch von 63 600 t im Juni auf 76 000 t im November, während die Erzeugung in der gleichen Zeit nur von 68 700 t auf 64 000 t zurückging. Im einzelnen ist zu der Preisentwicklung in den letzten 3 Monaten zu sagen:

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft"

1909/13 = 100	Oktober	November	Dezember	ganzes Jahr
	1932 Monatsdurchschnitt			1932
Gesamtindex	50,9	49,7	47,5	51,0
Kupfer	40,2	38,5	36,0	41,1
Blei	52,3	51,6	46,9	53,9
Zink	43,1	43,1	41,1	41,0
Zinn	59,7	58.3	56,7	56,6
Aluminium	111,1	111,1	111,1	111,1
Nickel	107,7	107,7	107,7	107,7
Antimon	56,7	56,7	56,8	63,7

Quecksilber: Während in der ersten Zeit die Preise noch nachgaben, waren für den Rest der Berichtszeit die Notierungen unverändert. *Lw.*

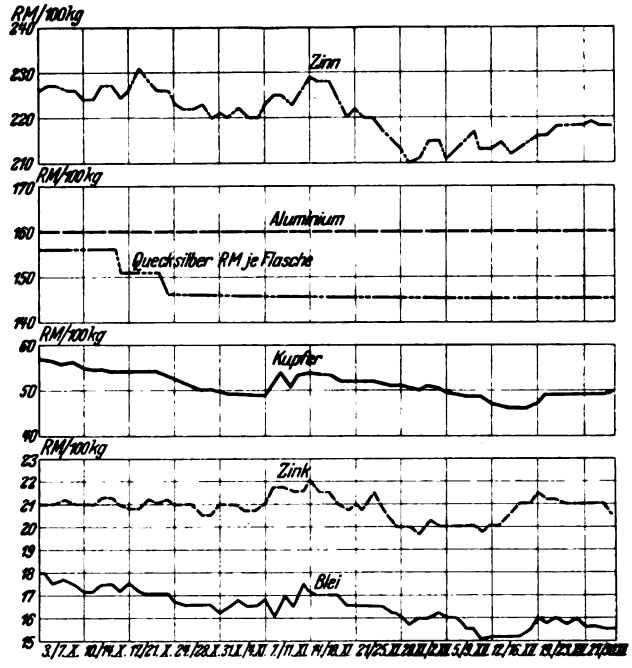


Abb. 1. Metallpreise im 4. Vierteljahr 1932.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Deinotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34½ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende				Weltproduktion			
	Januar	September	Oktober	November	Jahresdurchschnitt	September	Oktober	November
	1929	1932			1929	1932		
Kupfer (sh. tons)	—	—	—	—	178 000	67 000	78 000	64 000
Raffinade (Nord- und Südamerika) . .	62 700	789 700	786 300	765 000	—	—	—	—
Bister (Nord- und Südamerika). . . .	119 000				—	—	—	—
Blei (sh. tons)	—	—	—	—	160 500	99 700	108 800	105 500
Raffinade in den V. S. Amerika . . .	35 000	171 800	170 200	174 600	—	—	—	—
Zink (sh. tons)	—	—	—	—	135 100	65 500	69 600	70 000
roh in den V. S. Amerika	45 900	123 000	119 100	119 200	—	—	—	—
roh in Großbritannien	2 000	19 000	18 300	16 100	—	—	—	—
Zinn (t)	—	—	—	—	—	—	—	—
Weltvorräte	23 700	54 500	53 500	53 800	—	—	—	—

Kupfer: Einen erheblichen Unsicherheitsfaktor für den Markt bedeutete der englische Rohkupferzoll, dessen Einführung immer wieder hinausgeschoben wurde. Bis zum 7. November bröckelte der Preis langsam ab, insgesamt um etwa 12½ % von 56 auf 49 RM. Deutsche Käufe für Post- und Bahnaufträge bei knappen Angeboten der Produzenten ließen vorübergehend den Preis um 5 RM hinaufschnellen. Die Tendenz war dann wieder sinkend. Der Abbruch der Produzententagung in New York am 13. XII. 1932 warf den Preis bis auf 46 RM. Bemerkenswert ist aber, daß schon am 20. XII. eine Erholung auf 49 RM eingetreten war.

Zinn: Käufe der englischen und amerikanischen Weißblechindustrie sowie der Russen gaben dem Markt eine gute Stütze. Dazu trat eine aufmerksame Kurspflege durch den „kleinen" Pool. Ende November vorgenommene Liquidationen brachten trotzdem Kursverluste um fast 10 %.

Blei und Zink: Die Spanne zwischen diesen beiden Metallen hat sich weiter zugunsten von Zink vergrößert. Der Zinkpreis stand Ende des Quartals wieder auf dem gleichen Punkt wie bei Beginn, während Blei bis zum Jahresende 2½ RM verlor. Die scharfe Produktionsdrosselung des Zinkkartells, zeitweise etwas lebhaftere Nachfrage ließen prompt es Zink öfter knapp werden. Anderseits hielt sich das Bleigeschäft, insbesondere infolge des außerordentlichen Rückganges der Kabelindustrie, in engsten Grenzen.

Aluminium und Nickel: Unverändert.

[1] ETZ 1932, S. 1095.

Aus der Geschäftswelt. — Xaver Kirchhoff G. m. b. H., Berlin-Friedenau (50 000 RM): Herstellung von Hochluftleiter- und Licht- und Kraftanlagen; „Adler" Kabel- und Drahtfabrik G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation und Vertrieb sämtlicher Arten von Kabeln und isolierten Drähten für Stark- und Schwachstrom; Elektron-Gesellschaft Leipzig m. b. H., Leipzig (20 000 RM): Vertrieb technischer und elektrotechnischer Fabrikate aller Art; Elektrotherm, G m. b. H., Trossingen (20000 RM): Herstellung und Vertrieb elektrischer Apparate; „Gespa" Gesellschaft für stromsparende Beleuchtung m. b. H., Karlsruhe i. B. (20 000 RM): Vermieten von stromsparenden Geleuchten; Electrofan G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Elektrogeräten.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 4: Wer stellt automatisch-elektrische Buchstabenblei-Schmelzapparate für Setzmaschinen her?

Abschluß des Heftes: 27. Januar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 13 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Betriebserfahrungen mit einem gittergesteuerten Glasgleichrichter für Netz- und Bahnbetrieb.

Mitteilung der AEG.

Im Jenaer Glaswerk Schott & Gen. sind für die Zwecke des Betriebes zwei getrennte Gleichspannungsnetze von 220 V vorhanden. Das eine liefert Strom zur Beleuchtung und zum Antrieb zahlreicher Motoren, während das andere lediglich zum Betriebe der ausgedehnten Werkbahn dient. Die Trennung der beiden Netze ist durchgeführt, um die bei einer Werkbahn unvermeidlichen Störungen nicht auf das Licht- und Kraftnetz zu übertragen und hierdurch eine gelegentliche, wenn auch nur kurzzeitige Stillegung des gesamten Betriebes mit Sicherheit zu vermeiden.

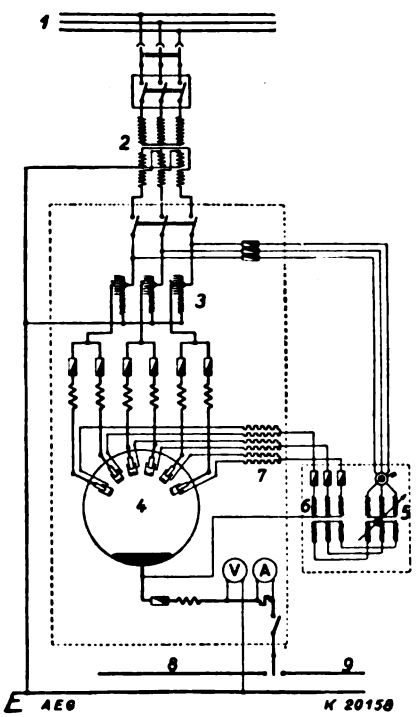


Abb. 1. Schaltschema.
1 = Drehstromnetz 3000 V
2 = Haupttransformator 3000/400 V
3 = Reguliertransformator
4 = Gleichrichterkolben
5 = Drehtransformator
6 = Gittertransformator
7 = Gitterwiderstände
8 = Licht- und Kraftnetz 220 V
9 = Bahnnetz 220 V

Die Gleichspannung für diese beiden Netze wird von zwei rotierenden Umformern und drei Quecksilberdampf-Glasgleichrichtern geliefert. Die Leistung der rotierenden Umformer beträgt 235 bzw. 88 kW. Von den drei Glasgleichrichtern bilden zwei ein Doppelgestell mit einer Leistung von 2 · 55 kW, während der dritte eine Leistung von 77 kW entsprechend 350 A Gleichstrom hat. Jede der Gleichstromquellen kann wahlweise auf das Licht- und Kraftnetz oder auf das Bahnnetz geschaltet werden. Am Tage arbeiten im allgemeinen die Gleichrichter während der acht Hauptbetriebsstunden auf das Bahnnetz, während das Licht- und Kraftnetz von den rotierenden Umformern gespeist wird. Außerhalb der Hauptbetriebszeit ruht der Betrieb der Werkbahn. Es werden dann die Gleichrichter auf das Licht- und Kraftnetz geschaltet und die rotierenden Umformer außer Betrieb genommen.

Der 350 A-Gleichrichter, der ebenso wie die beiden anderen Gleichrichter mit einem Reguliertransformator versehen ist, wurde neuerdings von der AEG auf Gittersteuerung umgestellt. Hierzu wurde neben dem Gleichrichter ein Zusatzgerät angebracht, das die für die Gittersteuerung notwendigen Transformatoren und Schalteinrichtungen enthält. Die Regelung erfolgt dabei mit Hilfe von Steuerwechselspannungen, die in ihrer Phasenlage gegenüber der Phasenlage der Anodenspannungen verschoben werden können (DRP 415 910).

Die Schaltung des Gleichrichters nach erfolgter Umstellung auf Gittersteuerung ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Steuereinrichtung besteht im wesentlichen aus einem kleinen Drehtransformator, der über Sicherungen und einen Drehschalter an der Sekundärseite des Haupttransformators liegt. Die Sekundärspannungen des Drehtransformators werden durch einen weiteren kleinen Transformator erhöht. Die Gitter von je zwei parallel arbeitenden Anoden sind über gesonderte Hochohmwiderstände und je eine gemeinsame Sicherung an die entsprechenden Phasen des Gittertransformators angeschlossen. Die Verschiebung der Phasenlage und damit die Regulierung der Gleichspannung erfolgt von Hand. Der Stufenschalter des Reguliertransformators bleibt dabei unbenutzt, nachdem er vorher auf die höchste Stufe eingestellt worden ist.

Abb. 2 zeigt die Gleichrichteranlage nach erfolgter Umstellung des einen Gleichrichters auf Gittersteuerung. Die beiden linken Schaltfelder gehören zu dem Doppelgleichrichter 2 · 250 A. Diese Gleichrichter werden nach wie vor mit Hilfe der Reguliertransformatoren geregelt. Rechts befindet sich der auf Gittersteuerung umgestellte 350 A-Gleichrichter. An der Seitenwand rechts ist der Kasten angeordnet, der die Gittersteuerung-Einrichtung enthält. Man sieht an der Vorderwand des Kastens das Handrad zum Verstellen des Drehtransformators, sowie den Drehschalter und die Sicherungen in den Gitterzuleitungen.

Seit der Umstellung auf Gittersteuerung ist die Anlage nunmehr störungsfrei ein Jahr in Betrieb, wobei die Glaskörper bisher etwa 8000 Brennstunden geleistet haben. Dies Ergebnis ist um so bemerkenswerter, als die Betriebsbedingungen für den Gleichrichter nun besonders schwierig sind. Denn der gittergesteuerte Gleichrichter hat jetzt parallel zu arbeiten entweder mit den beiden anderen Gleichrichtern, die mit den bisher üblichen Reguliertransformatoren versehen sind, oder auch mit den rotierenden Umformern bei großen Belastungen im Licht- und Kraftnetz. Beim Arbeiten auf das Bahnnetz ist die Last sehr starken Schwankungen ausgesetzt, während die Belastung beim Arbeiten auf das Licht- und Kraftnetz gleichmäßig ziemlich hoch ist. Hierbei zeigte es sich, daß in allen Fällen, auch bei stark schwankenden Lasten, die Lastverteilung zwischen den einzelnen Gleichspannungserzeugern die gleiche bleibt.

Auf Grund dieser Ergebnisse der Umstellung auf Gittersteuerung ist nunmehr vorgesehen, auch die beiden anderen Gleichrichter in gleicher Weise auf Gittersteuerung umzustellen, um so die Vorteile der Gittersteuerung restlos ausnutzen zu können. Diese Vorteile liegen einerseits in der Möglichkeit, die Spannung stufenlos ändern zu können, so daß es auch bei Schwankungen auf der Hochspannungseite möglich ist, die verlangte Gleichspannung genau einzuhalten. Weiter wird durch den Fortfall der Regulierung mit dem Stufenschalter die Wartung und Pflege des Gleichrichters sehr vereinfacht. Endlich ist die Möglichkeit gegeben, nach kurzzeitigen Betriebsunterbrechungen, wie sie durch Ausbleiben der zugeführten Hochspannung gelegentlich auftreten, das Netz mit Hilfe der Gittersteuerung allmählich hochzufahren, was bei Gleichrichtern mit Reguliertransformator wegen des kleinen Regelbereiches nicht möglich ist.

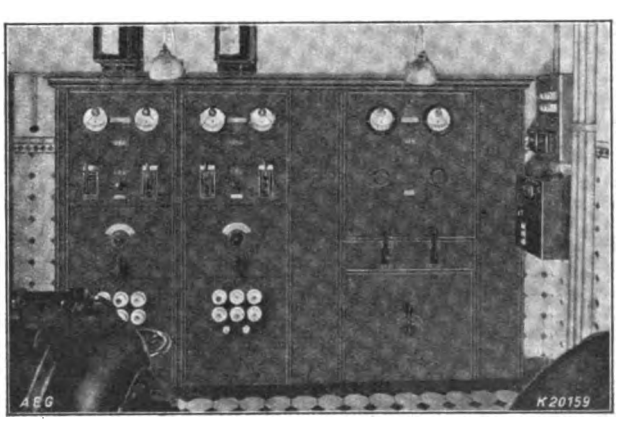


Abb. 2. Ansicht der gesamten Gleichrichteranlage.

Die hier verwandte Regelanordnung hat vor anderen Anordnungen den Vorteil, daß sie keinerlei umlaufende Teile aufweist, die der Abnutzung unterworfen wären, so daß bei kleinstem Aufwand für die Wartung der Anlage höchste Betriebsicherheit erreicht ist.

Digitized by Google

Denken Sie an das

ETZ-MESSEHEFT

Heft 9 vom 2. März 1933

Anzeigen-Abteilung der ETZ Berlin W 9, Linkstr. 23-24

Schnellregler-
(E, J, n, cos φ)
Spezialist, 27, ledig, mit reicher Fabrikations- u. Betriebserfahrung, 5 J. Werkstätten. 4 J. Ing. in App.-Fabrik, Schaltungen, Spezialkonstruktionen, Prüffeld, Inbetriebsetzungen, sucht gute entwicklungsfähige Stellung im Labor., Büro oder Fabrikation.
Gefl. Angebote unt. **E. 3074** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Dipl.-Ing.
Dr. jur.
Referendarex., 31 Jahre, led., sucht entwicklungsf. Anfangsstellg. Elektrowirtschaft oder Rechtsabteilung industriellen Unternehmens bevorzugt. Ang. unter **E. 3109** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Offerting.
Spezialist für sämtliche Hoch- und Niederspannungsapparate sowie kompl. Schaltanlagen, sucht für sofort oder später neuen Wirkungskreis. Ia Zeugnisse und Referenzen. Gefl. Zuschriften erb. u. **E. 3111** a. d. Anz.-Abt d. ETZ, Berlin W 9.

Tüchtiger
Fachmann
der **Kunstharzpreßstoff-Fabrikation** als Vorarbeiter zum sofortigen Antritt gesucht. Es bestehen Aussichten bei außergewöhnlichen tüchtigen Leistungen eine Position als Werkmeister zu gewinnen. Lückenlose Angebote unt. **E. 3098** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Patentanwalt
Dr. E. Geisel
Berlin W 9/6, Potsdamer Platz 1

Export—Uebersee
Übernehme für Süd- od. Mittel-Amerika jede Arbeit (Akquisition, Bau, Betr. usw.), 35jähr. Praxis in span. sprech. Ländern. Beste Ref. **R. Scharf. Obering.,** Nürnberg, Badstr. 5. [3105]

Junger Kaufmann,
aus führender Elektrogroßhandlg. Leipzigs hervorgegangen,
sucht Vertretung
elektrotechn. Spezialfabr. f. d. Platz Leipzig. Angeb. unt. **MR 94** an **Invalidendank Leipzig.** [3099]

Bekannte Radioteile-Fabrik
sucht zum möglichst sofortigen Eintritt einen durchaus
selbständigen
Konstrukteur
mit vielseitiger praktischer Erfahrung, insbesondere auf dem Gebiet der physikalischen Chemie.
Angebote mit Werdegang, Zeugnisabschriften, Lichtbild u. Gehaltsanspruch erbeten u. **E. 3082** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dr.-Ing. oder Dipl.-Ing.
(Physiker)
nur aus der Radiobranche, zur selbständigen Leitung des Labors der Abt. Kleintransformatoren gesucht. Bewerber müssen völlige Vertrautheit mit der Radioindustrie nachweisen können, jahrelange Tätigkeit im Empfängerbau und umfassende Kenntnisse der gesamten allgemeinen Empfangs- u. Sendetechnik, sowie Erfahrungen in der Berechnung von HF- und NF-Trafos Bedingung.
Nur zielbewußte, energische Herren, die bereits verantwortliche Stellungen innegehabt und in der Lage sind, selbständig alle Neuentwicklungen durchzuführen, und die ihnen unterstellte Abteilung umsichtig zu leiten, werden gebeten, Bewerbungen mit Angabe der Gehaltsansprüche unter **E. 3107** bei der Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, niederzulegen.

Konstrukteur
für Entwicklung von Selbstschaltern (Automaten) und gekapseltem Schaltmaterial gesucht. Nur **selbständig** arbeitende Herren, die auch auf dem übrigen Niederspannungsgebiet vertraut sind, wollen Bewerbungsschr. mit Angabe des Alters, der Gehaltsanspr. u. Zeugnisabschr. einreichen.
„Rheostat" Spezialfabrik elektr. Apparate G. m. b. H. [3104] **Dresden-N 23.**

Ges.: Dipl.-Ing.
als Betr. wirtschf. u. Dir.-Assist. für mittl. feinm.-elektrot. Fabr. in Berlin. (**Keine** Massenfert.) Beding.: frische, zielstr. Persönl. ca. 30 J., unverh., mit Praxis in Fabr.-Betr. **nach** beend. Studium. Gute allgem. Bildg. Sicher i. Verkehr nach ob. u. unten. Nationale Einstellg. Anpassungsfähig. Gesuche m. Lebenslauf, Zeugn.-Abschr., Photo u. Gehaltsanspr. unt. **E. 3108** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Jüngerer Physiker oder Diplomingenieur
in Anfangsstellung für das Patentbüro von süddeutscher Firma zu möglichst sofortigem Eintritt gesucht. Eine zu patentechnischen Arbeiten auf den Gebieten des Rundfunks, der Verstärker, des Fernsehens, der Elektronenröhren jeder Art und der Trockengleichrichter grundsätzlich befähigende Vorbildung sowie gute englische und französische Sprachkenntnisse sind nachzuweisen. Bewerber mit Vorkenntnissen in der Bearbeitung von Patenten erhalten den Vorzug. Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild u. Gehaltsansprüchen unter **E. 3110** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Kleintransformatoren-Fabrik
vergibt
ihre Vertretung
für Groß-Berlin und für Brandenburg. Firmen bzw. Persönlichkeiten, die in der Industrie und bei Behörden nachweisbar eingeführt sind und bisher gute Erfolge erzielt haben, werden gebeten, sich unter Darlegung Ihrer Verhältnisse zu melden. Angebote erbeten unter **E. 3100** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Elektrizitätswerk sucht folgende gebrauchte Maschinen in gutem und betriebsfähigen Zustand **zu kaufen:**
1 Sauggasmotor, gekuppelt mit Drehstromgenerator 700 kVA,
1 dto. mit Drehstromgenerator 600 kVA,
1 „ „ „ 200 „
einschließlich Gaserzeugungsanlage zum Vergasen von Koks,
1 Transformator 700 kVA, mit Oelschalter, Maschinenspannung / 15 000 Volt,
1 dto. 600 kVA mit Oelschalter,
1 „ 200 „ „ „
Aeußerste Angebote mit Angaben über Baujahr, Fabrikat unter **E. 3091** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 9. Februar 1933** **Heft 6**

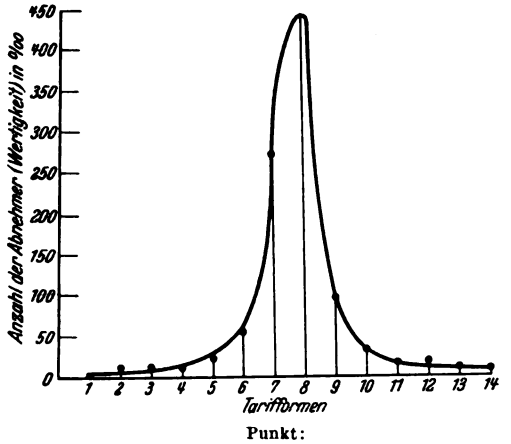
Die Tarifformen.

Welches ist nach dem Urteil amerikanischer Werke der zweckmäßigste Haushalt-Tarif?

Von A. G. Arnold, Berlin.

Übersicht. Die Vielgestaltigkeit deutscher Stromtarife legt die Frage nahe, ob die Preisstellung der elektrischen Arbeit in anderen Ländern etwa zu ähnlichen Formen geführt hat. Ein markantes Ergebnis für den Tarif der besonders wichtigen und weitaus zahlreichsten Abnehmergruppe, der Haushaltungen, ist hier gefunden und wird erörtert.

Die Kleinabnehmer sind in Krisen das Rückgrat der Werke. Es scheint daher zeitentsprechend, die Frage aufzuwerfen: Welches ist nach dem Urteil der maßgebenden Elektrizitätswerksverwaltungen und der „Public Utility Commissions" der V. S. Amerika der günstigste Tarif für Haushaltungen? Das Material zur Lösung dieser Frage wurde den eingehenden Statistiken der Werke, der NELA und der Electrical World entnommen.



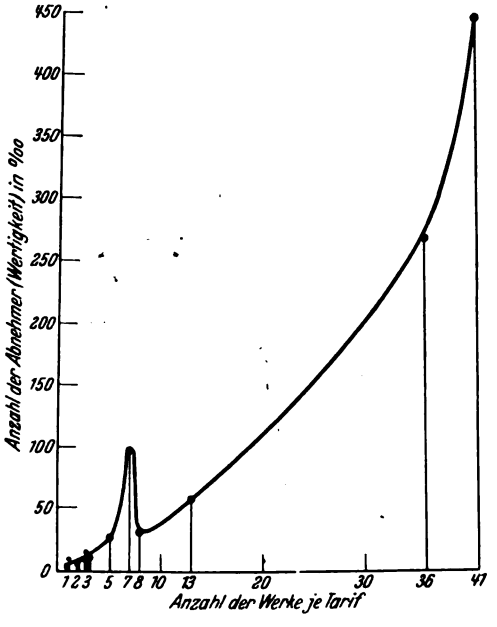
Punkt:
1 Blocktarif mit Entfernungszonen
2 kWh-Tarif mit Rabattstaffeln
3 Grundgebührentarif mit kWh-Zahl frei
4 Drei-Gebühren-Tarif
5 Blocktarif nach installierter Leistung
6 Grundgebührentarif nach Wohnfläche oder Zimmerzahl
7 Reiner Blocktarif
8 Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche
9 Wright-Benutzungsdauertarif
10 Blocktarif mit Kundengebühr
11 Grundgebührentarif nach Anschlußwert
12 kWh-Tarif
13 Staffeltarif nach kWh
14 kWh-Tarif mit Kundengebühr

Abb. 1.

Es wurden nur große Werke oder zusammengeschlossene Werksgruppen, die mindestens 100 Mill kWh im Jahre 1931 abgaben, gewählt. 115 Werke sind für den vorliegenden Zweck brauchbar. Ihre Abgabe beträgt 64 Mrd kWh mit 24 Mill kW installierter Leistung. Die Werke haben über 13 Mill Haushaltsabnehmer (domestic customers). Alles basiert auf den neuesten Angaben aus dem Jahre 1931, z. T. auch 1932.

Als Maßstab für die Bewertung der Werke ist die Gesamtsumme der Haushaltstarif-Abnehmer genommen. Diese Summe — gleich 1000 gesetzt — ergibt die Wertigkeit aller Werke. Das Gewicht des einzelnen Werkes ist also in ‰ ausgedrückt. Ferner ist noch der absoluten Anzahl der Werke Rechnung getragen, so daß das Gesamtgewicht einer Tarifform das Produkt aus der Anzahl der Werke und der Abnehmerzahl wird.

Es ergaben sich 14 Tarifformen, mithin 14 Gruppen von Werken, deren Wertigkeit je Gruppe zu bestimmen war. In der Abb. 1 sind die 14 Tarifformen als Abszisse aufgetragen und die Anzahl der Abnehmer in ‰ als Ordinate. Es ergibt sich eine ausgesprochene Gaußsche



Punkt:
1 Blocktarif mit Entfernungszonen
1 kWh-Tarif mit Rabattstaffeln
2 kWh-Tarif mit Kundengebühr
2 Staffeltarif nach kWh
3 Grundgebührentarif mit kWh-Zahl frei
3 Grundgebührentarif nach Anschlußwert
3 Drei-Gebühren-Tarif
3 kWh-Tarif
5 Blocktarif nach installierter Leistung
7 Wright-Benutzungsdauertarif
8 Blocktarif mit Kundengebühr
13 Grundgebührentarif nach Wohnfläche oder Zimmerzahl
36 Reiner Blocktarif
41 Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche

Abb. 2.

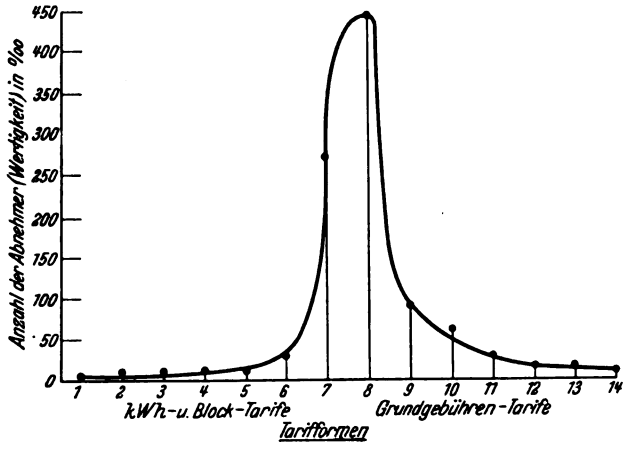
Fehlerkurve, bei der das Maximum bei der Tarifform 8 oder in deren unmittelbaren Nähe liegt.

In der Abb. 2 ist die Anzahl der Werke je Tarif als Abszisse aufgetragen und wieder die Anzahl der Abnehmer in ‰, also die Wertigkeit, als Ordinate. Das größte Gewicht hat die Tarifform 8 (Punkt 41). Außerdem zeigt sich aber jetzt, daß auch die größte Anzahl der Werke diesen Tarif gewählt hat. Eine untergeordnete, aber immerhin doch auffallende Spitze tritt bei 7 Werken (Punkt 7) auf, die einen Wright-Benutzungsdauertarif mit geschätzter Belastung nach installierter Leistung haben.

Gruppiert man die Tarifformen nach ihrer inneren Verwandtschaft, so erhält man Abb. 3. Die kWh- und Blocktarife haben ihr Maximum bei Punkt 7, dem reinen Blocktarif. Wieder gibt Punkt 8 das Maximum an, d. h.

Digitized by Google

die größte Anzahl der Abnehmer irgendeines Tarifes für Kleinabnehmer (Haushaltungen) in den V. S. Amerika. Es handelt sich um fast 6 Mill Abnehmer, die nach dem Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche beliefert werden. Der Wright-Benutzungsdauertarif mit geschätzter Belastung nach installierter Leistung, der in Abb. 2 das Maximum bei Punkt 7 lieferte, ist hier Punkt 9. Punkt 10 ist ein Grundgebührentarif, dessen Grundpreis nach Zimmerzahl oder Wohnfläche berechnet wird. Der Drei-Gebühren-Tarif (nach dem bekannten amerikanischen Elektrowirtschaftler Doherty genannte „Doherty-Tarif") ist Punkt 13. In ihm ist eine Kundengebühr, ein Leistungspreis nach Zimmerzahl oder Wohnfläche und ein Arbeitspreis enthalten. Allerdings darf nicht vergessen werden, daß auch kompliziertere Blocktarife nach Zimmerzahl oder Wohnfläche in Wahrheit oft Drei-Gebühren-Tarife sind. Man sieht hieraus, wie exakt diese Tarife die Selbstkosten eines Werkes nachbilden können, ohne die leidigen Grund- und Kundengebühren zu nennen.



Punkt:
1 Blocktarif mit Entfernungszonen
2 kWh-Tarif mit Kundengebühr
3 kWh-Tarif mit Rabattstaffeln
4 Staffeltarif nach kWh
5 kWh-Tarif
6 Blocktarif mit Kundengebühr
7 reiner Blocktarif
8 Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche
9 Wright-Benutzungsdauertarif
10 Grundgebührentarif nach Wohnfläche oder Zimmerzahl
11 Blocktarif nach installierter Leistung
12 Grundgebührentarif nach Anschlußwert
13 Drei-Gebühren-Tarif
14 Grundgebührentarif mit kWh-Zahl frei

Abb. 3.

Interessant ist, daß Punkt 4 den veralteten Staffeltarif nach kWh wiedergibt. Wenn auch die Anzahl der Abnehmer, nach diesem Tarif beliefert, nicht bedeutend ist, so muß es doch wundernehmen, daß ein solcher Tarif, mit prinzipiellen Fehlern behaftet, noch bei zwei bedeutenden Werken besteht. Die immerhin größere Fläche der Kurve — Abb. 3, links von der Ordinate 8 — gibt einen Maßstab für das Trägheitsmoment, das einmal eingeführten Tarifen auch in den V. S. Amerika innewohnt. Vielleicht ist es von besonderer Bedeutung, daß ein Riesenwerk wie die Commonwealth Edison Company, Chicago, mit über 4 Mrd kWh Abgabe (selbst im Jahre 1931) innerhalb der letzten Jahre vom Wright-Benutzungsdauertarif nach installierter Leistung abgegangen ist und den Blocktarif nach Zimmerzahl eingeführt hat. Nur wahlweise ist noch der alte Tarif, jedoch überwiegend für kleine Geschäfte, beibehalten.

Die Abb. 4 stellt schließlich das Gesamtgewicht der 14 Tarife dar. Der logarithmische Maßstab gibt ein etwas ungleichmäßiges Bild, da das Gesamtgewicht des Tarifes 8 (Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche) arithmetisch doppelt so groß wie das des Tarifs 7 ist.

Eine Holdinggesellschaft wie die Electric Bond & Share Company in New York hat für ihre mittleren und kleinen Werke, die bekanntermaßen über die ganze Welt zerstreut sind, den Blocktarif nach Zimmerzahl mit garantiertem monatlichem Mindestrechnungsbetrag als maßgeblichen Tarif eingeführt bzw. empfohlen, also ohne Berücksichtigung von Klima, Land und Erzeugung wie Verteilung des Stromes. Wenn der Wohnungsinhaber sich auf keinerlei Kontrolle seiner Zimmerzahl einlassen will, geben diese Werke wahlweise einen kWh-Tarif mit dem Höchstblockpreise des Blocktarifs nach Zimmerzahl. —

Gehen wir jetzt etwas näher auf die Frage ein, ob der Grundgebührentarif eine völlig gleichwertige Lösung wie der Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche (auch Regelverbrauchtarif oder verschleierter Grundgebührentarif) für Haushaltungen darstellt.

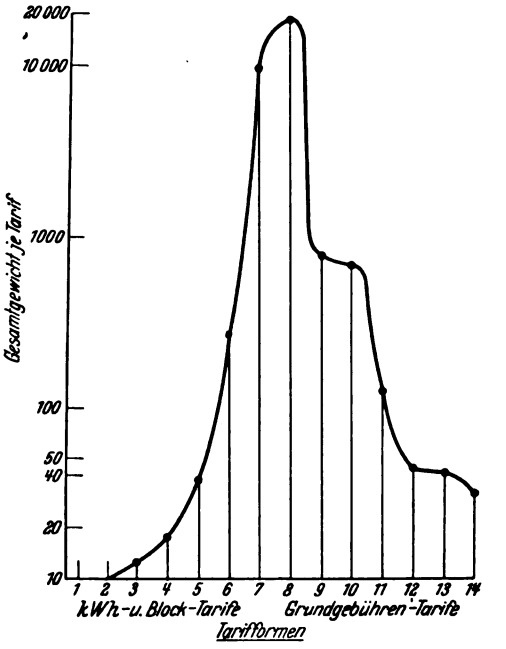
I. Der Grundgebührentarif ohne genügende Berücksichtigung der Kaufkraft des Abnehmers.

In Anlehnung an den Großabnehmer-Grundgebührentarif glauben viele, daß der Grundpreis nach gemessener elektrischer Leistung auch die richtige Tarifform für Kleinabnehmer sei[1]. Die Kleinabnehmerzähler sind nicht mit Höchstlastzeigern ausgerüstet, erhöhte Zählerkosten müssen aber vermieden werden. Der Verschiedenheitsfaktor der Kleinabnehmer ist ein anderer als bei Großabnehmern. Auch fällt die Möglichkeit der Selbsterzeugung fort. Man hat auf die Feststellung der in Anspruch genommenen Leistung verzichtet und diese nach verschiedenen Annäherungsverfahren ersetzt.

1. Die Anzahl der Brennstellen oder die Anschlußleistung als Grundpreis.

Beide Tarifarten haben den Nachteil, daß sie den Abnehmer veranlassen, möglichst weder die Anzahl der Brennstellen noch die gesamte installierte Leistung zu erhöhen, denn dies würde den Grundpreis hinaufsetzen. Wir erhalten mithin in der Art der Festsetzung des Grundpreises eine installationsfeindliche Einstellung des Abnehmers, also ein die Entwicklung hinderndes Moment.

Als nächster Grund gegen diesen Tarif seien die notwendigen Kontrollen der Anlagen genannt, die nur zu oft zur Verärgerung der Abnehmer führen. Hierher gehört indirekt auch die von einer Abteilung des Werkes betriebene Gerätewerbung. Nach Beschaffung dieser Geräte kommt der Revisionsbeamte und erhöht vielleicht den Grundpreis.



Punkt:
1 Blocktarif mit Entfernungszonen
2 kWh-Tarif mit Rabattstaffeln
3 kWh-Tarif mit Kundengebühr
4 Staffeltarif nach kWh
5 kWh-Tarif
6 Blocktarif mit Kundengebühr.
7 reiner Blocktarif
8 Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche
9 Grundgebührentarif nach Wohnfläche oder Zimmerzahl
10 Wright-Benutzungsdauertarif
11 Blocktarif nach installierter Leistung
12 Grundgebührentarif nach Anschlußwert
13 Drei-Gebühren-Tarif
14 Grundgebührentarif mit kWh-Zahl frei

Abb. 4.

Ferner ist noch zu bemerken, daß leicht Streitfragen bei nur selten benutzten Lampen, Geräten usw. (soweit angegeben) darüber entstehen können, ob dieselben dem Grundpreis hinzuzurechnen sind oder nicht.

[1] Georg Riedel, Tarifbewegung für den Verkauf elektrischer Arbeit. ETZ 1925, S. 9.

Digitized by Google

2. Zählergröße.

Gegen die Einführung der Zählergröße sprechen die unter 1. angeführten Gründe. Ihre Überlastbarkeit sei nur erwähnt.

Allgemeine Gegengründe.

Überwiegend kommt der Gesichtspunkt des Erzeugers bei den obigen Tarifformen zur Geltung, auf die Wertschätzung des Stromes seitens des Abnehmers und seine Kaufkraft ist zu wenig Rücksicht genommen[2]. Vor allem haftet jedem Grundgebührentarif dieser Art in den Augen des Abnehmers der grundsätzliche Fehler an, daß in Zeiten geringen Verbrauchs (z. Z. nicht benutzte Wohnung usw.) die volle Grundgebühr bezahlt werden muß, so daß der Abnehmer leicht verärgert wird.

Die fehlende Aufklärung über die Gestehungskosten der Werke ist diesem Grundgebührentarif hinderlich. Die obigen Tarifformen sind nicht durchsichtig, geschweige denn leicht verständlich; sie geben daher zu Mißhelligkeiten Veranlassung.

Bei der heutigen Kapitalknappheit und Arbeitslosigkeit hat der Tarif den Nachteil, daß gerade der Sparer nicht auf seine Rechnung kommt, da er die Grundgebühr unbedingt entrichten muß. Besonders in Krisenzeiten kann die Mindestgebühr, die die Amerikaner fast bei allen Haushaltstarifen erheben, auch eine drückende Belastung darstellen, stets aber wird der Preis des verbrauchten Stromes von ihr abgezogen und nicht hinzugezählt.

II. Der Grundgebührentarif mit Berücksichtigung der Kaufkraft.

Zunächst ist die Forderung zu stellen, daß dem Abnehmer elektrische Arbeit für die Grundgebühr geliefert wird, also dieselbe „verkappt" wird. Der Grundpreis hat natürlich auf die Kaufkraft des Abnehmers Rücksicht zu nehmen, für die leicht ein ungefährer Maßstab in der Wohnungsgröße (entweder Anzahl der Räume oder Quadratmeter Wohnfläche) gefunden wird. Zugleich gibt diese Methode auch einen ungefähren Maßstab für die in Anspruch genommene elektrische Leistung (wenigstens Beleuchtung).

Nimmt man für den Grundverbrauch etwa den mittleren Verbrauch der Beleuchtung für die betreffende Wohnung, so kann man diese zu einem solchen Preise verrechnen, daß der Grundpreis durch diesen Normalverbrauch (Regelverbrauch) gedeckt wird. Alle darüber hinausgehende verbrauchte elektrische Arbeit wird dann mit einem geringeren Strompreis zu zahlen sein und schließlich noch weiter verbrauchter Strom mit einem noch niedrigeren Satz je kWh. Man geht auch öfters bereits im zweiten Block auf 5 ··· 10 Pf/kWh, wodurch diesem verschleierten Grundgebührentarif ein großes Werbemoment gegeben wird. Voraussetzung ist natürlich, daß der Normalverbrauch nicht zu hoch gesetzt wird. Dann wird dieser Tarif auch für die Anwendung sämtlicher Geräte ausreichen. Dieser Blocktarif nach Zimmerzahl oder Wohnfläche (Normalverbrauch) bedarf keiner Aufklärungsarbeit, er ist jedem Laien sofort verständlich.

Parallel mit der Einführung eines jeden Tarifes muß natürlich die Werbung und eine ausführliche Statistik sowie Gestehungskostenanalyse laufen, die sich für eine der Umlagemethoden der festen und Betriebskosten auf die Abnehmergruppen entschieden hat. Diese Blocktarife mit ausdrücklicher Berücksichtigung der Kaufkraft des Abnehmers haben wesentliche Vorteile gegenüber den unter 1. besprochenen Tarifen. Gewünschte Erhöhungen der Belastungsdauer mit zugleich stetig nach Hyperbeln absinkendem mittleren Strompreis, der jedem Laien drastisch durch die Preisblocks vor Augen geführt wird, bei gleichzeitiger Sicherung der Grundeinnahmen für das Werk, ergeben diese Tarife zwangläufig. Nicht umsonst haben also die amerikanischen Verwaltungen und Public Utility Commissions diese Tarifart bevorzugt. Die Abb. 1 ··· 4 reden eine deutliche Sprache. In ihnen fällt noch der reine Blocktarif durch seine, wenn auch im Laufe der Jahre abnehmende Bedeutung auf. Er hat den Nachteil, daß die Kleinstabnehmer fast nie die niedrigsten Preissätze erreichen, daß also keine klare Differenzierung zwischen den Abnehmern vorhanden ist. Sein Werbemoment wird hierdurch herabgesetzt. Man muß natürlich zwischen dem Grundgebührentarif, der sich je nach der Anlage, Leistungsinanspruchnahme, Wohnung und Normalverbrauch usw. richtet, und dem Kundengebührentarif unterscheiden, der unabhängig von einem ausreichenden Maßstab für die Leistungsinanspruchnahme oder Kaufkraft des Abnehmers ist[3]. Der reine Blocktarif ist, darauf kommt es hier an, ein Kundengebührentarif, dessen Kundengebühr keine Konstante ist. Hierdurch wird die beste Annäherung aller kWh-Tarife an die Gestehungskosten erreicht. Durch Hinzufügen einer konstanten Kundengebühr wird die Ähnlichkeit der Tarif- und Kostenkurven noch erhöht.

Eine Anzahl anderer Tarifformen von Bedeutung konnte hier nicht besprochen werden. Auf jeden Fall kann man aber die in der Übersicht gestellte Frage bejahen, insofern mehrere große deutsche Werke sich für die Einführung ähnlicher Tarifformen, wie hier angegeben, seit einigen Jahren entschieden haben.

[2] G. Warrelmann, Tarifbewegung für den Verkauf elektrischer Arbeit. ETZ 1925, S. 557.

[3] Eisenmenger-Arnold, Die Stromtarife der Elektrizitätswerke, Nachtrag XII. Graphische Darstellung und Analyse des Block-Tarifes; Verlag R. Oldenbourg, München 1929.

Abschirmung einer eisenlosen ölgekühlten Drosselspule durch eine Hilfswicklung.

Von Ing. J. Hak, Paris.

Übersicht. Es wird der Einfluß untersucht, den eine Hilfswicklung zur Abschirmung einer Drosselspule in einem Ölgefäß auf die Induktivität der Spule sowie auf die Wärmeverluste ausübt. Es werden Formeln angegeben, die mit genügender Genauigkeit die hauptsächlichen mit der Hilfswicklung verbundenen Probleme zu lösen gestatten. Als Hilfswicklung kommt erstens eine kurzgeschlossene Wicklung, zweitens ein Metallzylinder in Betracht. Zwei Zahlenbeispiele ergänzen die Untersuchung.

Bekanntlich werden seit einiger Zeit Strombegrenzungs-Drosselspulen für höhere Betriebspannungen zwecks besserer Isolierung und Abkühlung mit Öl isoliert. Um den magnetischen Kraftfluß von den Wänden des eisernen Ölkastens fernzuhalten (unmagnetische, z. B. Betonölkästen wären kaum wirtschaftlich), werden entweder Transformatorenblechsäulen[1] oder Hilfswicklungen[2] verwendet. Wir wollen diese zweite Abschirmungsart etwas näher untersuchen; sie kann entweder als eine kurzgeschlossene, aus mehreren Windungen bestehende Wicklung oder als ein Metallzylinder ausgebildet werden. Sie hat eine Verminderung der Induktivität der Spule und zusätzliche Wärmeverluste zur Folge; außerdem ist es nicht überflüssig, auch die Kurzschlußkräfte, die in der Hilfswicklung auftreten können, rechnerisch zu erfassen. Einige von den zahlreichen mit der Abschirmung durch einen Zylinder verbundenen Erscheinungen führen auf schwierige, bis jetzt nicht genau gelöste Probleme, und wir wollen versuchen, wenigstens Näherungsverfahren für diesen Fall anzugeben.

Bezeichnungen (Abb. 1).

D mittlerer Spulendurchmesser in cm,
a axiales Querschnittsmaß der Hilfswicklung in cm,
r radiales Querschnittsmaß der Spule in cm,
D_z mittlerer Durchmesser der Hilfswicklung in cm,
a_z axiales Querschnittsmaß der Hilfswicklung in cm,
r_z radiales Querschnittsmaß der Hilfswicklung in cm,
n Windungszahl der Spule,
n_z Windungszahl der Hilfswicklung,
L Eigeninduktivität der Spule $n^2 D \Phi \cdot 10^{-6}$ in mH,
Φ Funktion der Spulenform[3],
M Gegeninduktivität zwischen Spule und Hilfswicklung,
q Windungsquerschnitt des Spulenleiters in cm^2,
q_z Windungsquerschnitt der Hilfswicklung in cm^2,
W Widerstand der Spule in Ω,
W_z Widerstand der Hilfswicklung in Ω,
I Normalstrom in der Spule in A,
I_z Normalstrom in der Hilfswicklung in A.

[1] Hill, Electr. J. Bd. 25, S. 131 (1928). ETZ 1929, S. 1591.

[2] Kierstead, Gen. electr. Rev. Bd. 32, S. 156 (1929). Asta, Electrotecn. Bd. 17, S. 833 (1930). Charley, J. Instn. electr. Engr. Bd. 61, S. 1201 (1931).

[3] ETZ 1929, S. 193, 488.

Digitized by Google

Ist zur Abschirmung eine aus n_z Windungen bestehende kurzgeschlossene Wicklung verwendet, so stößt die Berechnung auf keine besonderen Schwierigkeiten. Die Gegeninduktivität M zwischen der Spule und der symmetrisch zur Spule liegenden Abschirmungswicklung kann wie folgt berechnet werden. Wir bestimmen zuerst die Gegeninduktivität M_k zwischen einem Solenoid S (Abb. 2) und einem konzentrisch um dasselbe liegenden Kreis K. Ist $M_{k\infty}$ die Gegeninduktivität zwischen K und einem beiderseits unendlichen Solenoid, das denselben Durchmesser und dieselbe Windungsdichte n/a besitzt wie das Solenoid S, sind weiter M_{kI} und M_{kII} die Gegeninduktivitäten zwischen K und den beiden einseitig unendlichen Teilen I und II des Solenoids, so ist $M_k = M_{k\infty} - M_{kI} - M_{kII}$. Man hat zuerst sofort

$$M_{k\infty} = \pi^2 D^2 n/a.$$

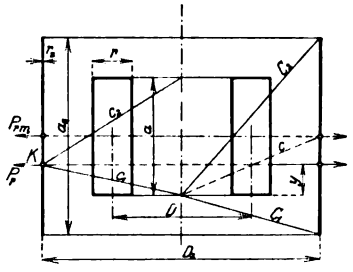


Abb. 1. Abschirmung einer Drosselspule (D, a, r) durch eine Hilfswicklung (D_z, a_z, r_z). Bezeichnungen.

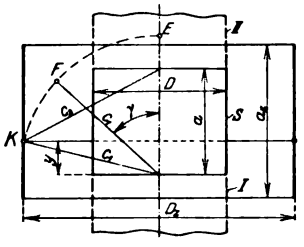


Abb. 2. Ableitung der Formel für die Gegeninduktivität zwischen einem Solenoid (D, a) und einer Abschirmungswicklung (D_z, a_z).

Der Wert von M_{kI} wird mit Benutzung des Potentials im Punkte E, für welches man einen einfachen Ausdruck kennt, und im Punkte F, auf welches man mit Hilfe der zonischen harmonischen Funktionen übergehen kann[4], und durch eine Integration über die Kreisfläche K erhalten. Ähnlich wird M_{kII} bestimmt, wodurch auch M_k gefunden ist. Die Gegeninduktivität M_{kr} zwischen dem Kreise K und einer Spule von der Radialabmessung r, deren Windungszahl n beträgt, wird durch eine Integration des Wertes von M_k über r erhalten. Diese der Kürze halber hier nicht wiedergegebene Berechnung ergibt

$$M_{kr} = k_1 \mathfrak{M} = k_1 \left[\frac{y}{c_1} + \frac{a-y}{c_2} + k_2 D_z^2 \left(\frac{y}{c_1^5} + \frac{a-y}{c_2^5} \right) + \right.$$
$$\left. - k_3 D_z^2 \left(\frac{3}{16} \frac{D_z^2 y}{c_1^9} + \frac{3}{16} \frac{D_z^2 (a-y)}{c_2^9} + \frac{y^3}{c_1^9} + \frac{(a-y)^3}{c_2^9} \right) \right] \text{in cm} \quad (1)$$

mit

$$k_1 = \frac{\pi^2}{2} \frac{n}{a} \left(D^2 + \frac{r^2}{3} \right), \quad k_2 = \frac{3}{640} \frac{5 D^4 + 10 D^2 r^2 + r^4}{D^2 + \frac{r^2}{3}},$$
$$k_3 = \frac{5}{7168} \frac{7 D^6 + 35 D^4 r^2 + 21 D^2 r^4 + r^6}{D^2 + \frac{r^2}{3}},$$

wobei $\mathfrak{M}$ zur Abkürzung eingeführt wurde. Integriert man endlich diesen Ausdruck (1) über die ganze Länge der Abschirmungswicklung a_z, so erhält man, bei Vernachlässigung einiger höheren Glieder,

$$M = \frac{n_z n}{a_z a} \pi^2 \left(D^2 + \frac{r^2}{3} \right) \left[(C_2 - C_1) + \right.$$
$$\left. + \frac{k_2}{3} D_z^2 \left(\frac{1}{C_1^3} - \frac{1}{C_2^3} \right) + \ldots \right] \cdot 10^{-6}$$
$$= n n_z D \Phi_0 \cdot 10^{-6} \text{ in mH}, \quad (2)$$

wobei C_1 und C_2 die in der Abb. 1 eingetragenen Entfernungen sind und Φ_0 zur Abkürzung eingeführt wurde. Für weniger genaue Berechnungen hat man einfach

$$\Phi_0 = \frac{\pi^2}{a a_z} \left(D + \frac{r^2}{3D} \right) (C_2 - C_1). \quad (3)$$

Die Selbstinduktivität L_z der Abschirmungswicklung kann als diejenige eines Solenoids mit den Abmessungen D_z und a_z berechnet werden, da man r_z gegenüber D_z vernachlässigen kann. Wir setzen ähnlich wie für die Spuleninduktivität

$$L_z = n_z^2 D_z \Phi_z \cdot 10^{-6} \text{ in mH}, \quad (4)$$

wobei Φ_z eine Funktion von $\alpha_z = a_z/D_z$ ist und nach mehreren bekannten Formeln (Emde, Nagaoka) berechnet werden kann. Werte von Φ_z in Abhängigkeit von α_z sind in der Abb. 3 durch eine Kurve gegeben, die mit Hilfe von diesen Formeln sowie der Tafeln von Grover[5] ermittelt wurde.

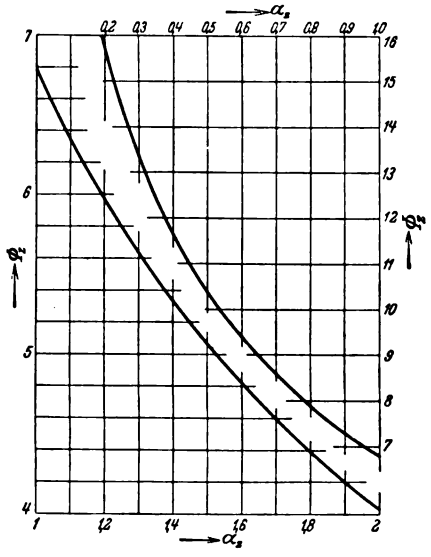


Abb. 3. Berechnung der Selbstinduktivität L_z einer Zylinderspule bei Vernachlässigung der radialen Querschnittabmessung r_z; $L_z = n_z^2 D_z \times \Phi_z \cdot 10^{-6}$ mH. Werte von Φ_z in Abhängigkeit von $\alpha_z = a_z/D_z$.

Der Widerstand W_z kann gegenüber $\omega L_z \cdot 10^{-3}$ vernachlässigt werden, so daß man für den in der kurzgeschlossenen Hilfswicklung induzierten Normalstrom I_z die einfache Beziehung erhält

$$I_z = -\frac{M}{L_z} I = -\frac{n}{n_z} \frac{D}{D_z} \frac{\Phi_0}{\Phi_z} I. \quad (5)$$

Die Spuleninduktivität L wird durch die Hilfswicklung auf

$$L - \frac{M^2}{L_z} = L - n^2 \frac{D^2 \Phi_0^2}{D_z \Phi_z} \cdot 10^{-6}$$
$$= n^2 D \left(\Phi - \frac{D}{D_z} \frac{\Phi_0^2}{\Phi_z} \right) \cdot 10^{-6} \text{ in mH} \quad (6)$$

gebracht, also um

$$\frac{D}{D_z} \frac{\Phi_0^2}{\Phi \Phi_z} \cdot 100\,\% \quad (7)$$

verkleinert[6]. Die prozentuale Vergrößerung der Wärmeverluste $W I^2$ der Spule beträgt, falls die Spule und die Hilfswicklung aus demselben Material bestehen,

$$\frac{W_z}{W} \left(\frac{M}{L_z} \right)^2 \cdot 100\,\% = \frac{q}{q_z} \frac{n D}{n_z D_z} \frac{\Phi_0^2}{\Phi_z^2} \cdot 100\,\%. \quad (8)$$

Will man den Windungsquerschnitt in der Spule und in der Hilfswicklung gleich belasten, so muß

$$\frac{q_z}{q} = \frac{I_z}{I} = \frac{n}{n_z} \frac{D}{D_z} \frac{\Phi_0}{\Phi_z} \quad (9)$$

gewählt werden. Die Vergrößerung der Wärmeverluste beträgt dann nach Gl. (8)

$$\frac{\Phi_0}{\Phi_z} \cdot 100\,\% \quad (10)$$

und ist mit der Gewichtsvergrößerung des aktiven Wicklungsmaterials identisch.

Es kann näherungsweise angenommen werden, daß sich die Kurzschluß-Wärmemengen in der Spule und in der Hilfswicklung wie die Quadrate der normalen Effektivströme verhalten. Werden die Querschnitte nach Gl. (9) gewählt, so wird also gleichzeitig eine gleiche Kurzschlußerwärmung für die Spule und die Hilfswicklung erhalten. Wie aus der Gl. (10) ersichtlich ist, kann eine Ermäßigung der Zusatzverluste bei gleicher Preiserhöhung nur durch eine Verkleinerung von Φ_0 geschehen, eine Veränderung von n_z und q_z hat keinen Einfluß in dieser Hinsicht.

[4] ETZ 1930, S. 1489; eine ähnliche Berechnung hatte Rosa zur Überprüfung der Formel von Rolti durchgeführt (Bull. Bur. Stand. Bd. 3, S. 209 [1907]).

[5] Grover, Bull. Bur. Stand. Bd. 13, S. 559 (1918/19).

[6] Vgl. Asta, wie Fußnote 2, wo jedoch nur zwei Zylinderspulen behandelt werden.

Digitized by Google

Etwas weniger einfach gestaltet sich die Bestimmung der auf die Hilfswicklung wirkenden Kräfte; man müßte nämlich jede Windung, die man durch einen Kreis ersetzte, für sich untersuchen, um ein genaues Bild der Kräfteeinwirkung zu erhalten[7]. Praktisch wird es aber genügen, die größte Radialkraft zu bestimmen, die auf die mittlere Windung der Hilfswicklung einwirkt, und die Summe aller Axialkräfte, die die erste Windung der Hilfswicklung in Axialrichtung beanspruchen.

Zur Berechnung der Radialkraft P_r, die auf den Umfang des stromdurchflossenen Kreises K (Abb. 2) im magnetischen Felde der Spule in radialer Richtung einwirkt, könnten wir von dem Ausdruck für das Potential ausgehen, das zur Berechnung der Gegeninduktivität, wie oben angedeutet, zu benutzen ist. Das gleiche Ergebnis liefert bekanntlich eine nachträgliche Differentiation nach $D_z/2$ des Ausdruckes für die Gegeninduktivität M_{kr}; dieser physikalisch nicht direkte Weg ergibt nach einer einfachen Zwischenrechnung für die auf die mittlere Windung wirkende Kraft P_{rm} in kg bei Strömen von 1 A in der Spule und 1 A im Kreis K:

$$P_{rm} = 1{,}02 \cdot 10^{-8} k_1 \frac{D_z}{2} \frac{a}{c^3} \left(1 - k_2 \frac{8}{c^2} + k_2 D_z^2 \frac{5}{c^4} + + k_3 D_z^2 \frac{3}{c^6} + k_3 \frac{2a^2}{c^6} + \ldots\right) \text{in kg/} I I_z. \quad (11)$$

Ähnlich, vom Potential ausgehend oder durch eine Differentiation nach y, wären die auf die einzelnen Windungen wirkenden Axialkräfte zu bestimmen. Die auf die erste Windung wirkende Kraft P_A kann durch eine Differentiation des für M_{kr} geltenden Ausdrucks (1) erhalten werden:

$$P_A = 1{,}02 \cdot 10^{-8} k_1 \left\{ \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2} - \frac{(a_z - a)^2}{4 C_1^3} + \frac{(a_z + a)^2}{4 C_2^3} + + k_2 D_z^2 \left[\frac{1}{C_1^5} - \frac{1}{C_2^5} - \frac{5}{4} \frac{(a_z - a)^2}{C_1^7} + \frac{5}{4} \frac{(a_z + a)^2}{C_2^7} \right] + \cdots \right\} \text{in kg/} I I_z. \quad (12)$$

Die Kräfte P_{rm} und P_A verteilen sich über den Kreisumfang πD_z.

Um die im Eigenfeld der Hilfswicklung auf die mittlere Windung wirkende Radialkraft P'_{rm} und die auf die erste Windung wirkende Axialkraft P'_A zu berechnen, wollen wir uns mit einem Näherungsverfahren begnügen. Wie aus Gl. (4) leicht abzulesen ist, ist die Summe aller Radialkräfte durch $\frac{1}{2} \frac{\partial L_z}{\partial D_z/2} = n_z^2 \left(\Phi_z - \alpha_z \frac{\partial \Phi_z}{\partial \alpha_z}\right)$ gegeben. Nimmt man eine gleichmäßige Verteilung dieser Kräfte auf alle Windungen an, so hat man

$$P'_{rm} = 1{,}02 \cdot 10^{-8} n_z \left(\Phi_z - \alpha_z \frac{\partial \Phi_z}{\partial \alpha_z}\right) \text{ in kg/} I_z^2. \quad (13)$$

Tatsächlich ist die Verteilung nicht eine gleichmäßige; der durch diese Annahme verursachte, auch von der Ganghöhe a_z/n_z abhängige Fehler ist aber klein, wie mehrere nach einer früheren Arbeit[8] durchgeführte genauere Berechnungen ergaben.

Die Benutzung des die Gegeninduktivität von zwei gleichen koaxialen Kreisen ergebenden Ausdruckes liefert uns für die Kraft P'_A:

$$P'_A = 1{,}02 \cdot 10^{-8} \cdot 2\pi n_z \left\{ \left(\frac{1}{\alpha_z} + \frac{3}{4} \frac{\alpha_z}{n_z^2} \right) \ln n_z + - \left[\frac{3}{4} \alpha_z \left(1 - \frac{1}{n_z^2}\right) - 0{,}2344\, \alpha_z^3 + 0{,}1326\, \alpha_z^5 \right] \ln \frac{4}{\alpha_z} + + \frac{\alpha_z}{4} \left(1 - \frac{1}{n_z^2}\right) - 0{,}492\, \alpha_z^3 + 0{,}036\, \alpha_z^5 + \cdots \right\}. \quad (14)$$

Für $\partial \Phi_z / \partial \alpha_z$ könnten genaue Formeln entwickelt werden[9]. Für unsere Berechnung genügt es aber, den Wert von $\partial \Phi_z / \partial \alpha_z$ durch Anlegen einer Tangente an die Kurve Abb. 3 (im Punkte, der dem jeweiligen Werte von α_z entspricht) abzulesen. Dieser Wert von $\partial \Phi_z / \partial \alpha_z$ ist negativ, was beim Einsetzen in Gl. (13) nicht zu vergessen ist. Sonst haben wir sämtliche Kräfte ohne Rücksicht auf das Vorzeichen abgeleitet, da bei Berücksichtigung der Kraftfeldrichtung kein Fehler begangen werden kann.

Die Widerstandsvergrößerung der Hilfswicklung infolge einseitiger Stromverdrängung im Windungsquerschnitt kann genau — da die Hilfswicklung die Form eines kurzen Solenoids hat — nur sehr schwer berechnet werden. Sie wird in unserem Falle höchstens einige Prozent betragen. Nach der für lange Solenoide geltenden Formel von Wien hat man bei rundem Drahtquerschnitt für Kupfer bei 50 ° C und 50 Hz

$$\frac{\Delta W_z}{W_z} = 0{,}039\, r_z^4. \quad (15)$$

Nach einer für kurze Spulen entwickelten Formel von Butterworth[10] hat man dagegen bei $r_z < 1$, $\alpha_z < 1$ nach einiger Vereinfachung

$$\frac{\Delta W_z}{W_z} = (0{,}013 + 0{,}007\, \alpha_z)\, r_z^4. \quad (16)$$

Der nach Gl. (15) berechnete Wert stellt die obere Grenze dar, der Wert nach Gl. (16) ist immer viel kleiner.

(*Schluß folgt.*)

[7] Vgl. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47, S. 204 (1929), und Korb, ebenda Bd. 50, S. 489 (1932); die Kräfteberechnung in Transformatoren mit Röhrenspulen hat große Ähnlichkeit mit unserem Problem.

[8] Wie Fußnote 7.

[9] Wie Fußnote 3.

[10] Butterworth, Physic. Rev. Bd. 23, S. 752 (1924).

Ausbau des elektrischen Vorortbetriebs im Nordwesten von Buenos Aires.

Von Prof. Dr.-Ing. **Arthur Geldermann**, Buenos Aires.

Übersicht. Es wird die Entwicklung der Elektrisierung der Vorortbahnen von Buenos Aires besprochen sowie die Disponierung der elektrischen Anlagen nebst technischen Einzelheiten behandelt.

Das seit dem Jahre 1910 in Angriff genommene Werk der Elektrisierung der im Nordwesten von Buenos Aires gelegenen von Anfang an mit Dampflokomotiven betriebenen Vorortlinien der argentinischen Zentraleisenbahn (Ferro Carril Central Argentino = F. C. C. A.) ist nunmehr 21 Jahre später — am 1. Dezember 1931 — in vollem Umfange beendet worden. Bereits 1916 konnte die erste Strecke von 28 km auf elektrischen Betrieb umgestellt werden[1]. Der Gesamtbau umfaßt heute 72 km; die einfache Gleislänge beträgt dagegen insgesamt rund 200 km. Die verkehrstechnische Bedeutung der gesamten elektrischen Vorortbahnen der F. C. C. A. läßt sich an Hand der Frequenzziffer des letzten Jahres von 42 000 000 Fahrgästen ermessen. Die seit 1910 für diese Vorortbahnen gemachten Aufwendungen werden mit 64½ Mill Pesos[2] beziffert. Der Umfang dieses breitspurigen elektrisierten Vorortbetriebs, in welchem die in englischen Händen liegende Gesellschaft sich nicht gescheut hat solche Kapitalien zu investieren, zeugt von dem Vertrauen, das finanzielle Kreise der Entwicklung von Stadt und Land entgegenbringen, wozu nebenbei kurz bemerkt sein möge, daß zur Zeit die mit ausländischem Kapital hier arbeitenden Unternehmungen alle finanziell beeinträchtigt sind, und zwar in erster Linie durch die argentinische Geldentwertung (auf Grund der seit Monaten amtlich eingeführten, vorläufigen Stabilisierung kostet der U. S. A.-Dollar 70 % mehr als zu normalen Zeiten) sowie ferner infolge erhöhter Ausgaben, gesetzlicher Beschränkung der Arbeitszeiten und anderer Faktoren mehr.

Die von der Hauptstadt Buenos Aires vom Bahnhof Retiro F. C. C. A. ausgehenden Vorortlinien (siehe Übersichtsplan Abb. 1) umfassen folgende Strecken:

1. Retiro—Tigre (C) via Olivos—Martinez seit 1916 in Betrieb,
2. Retiro—Tigre (R) via Florida—Anchorena, seit Mitte 1931 in Betrieb,
3. Retiro—Villa Ballester (ausgebaut bis zum Unterwerk km 24), seit 1. XII. 1931 in Betrieb.

Die Endstationen C und R der beiden in Tigre mündenden Strecken stehen nicht durch Schienenweg miteinander in Verbindung. Die dritte Vorortlinie, deren fahrplanmäßige Endstation zur Zeit noch Villa Ballester ist, fällt, wie aus dem Plan ersichtlich ist, mit der über Villa Ballester gehenden Fernstrecke der mit Dampflokomotiven betriebenen Vollbahn der F. C. C. A. zusammen.

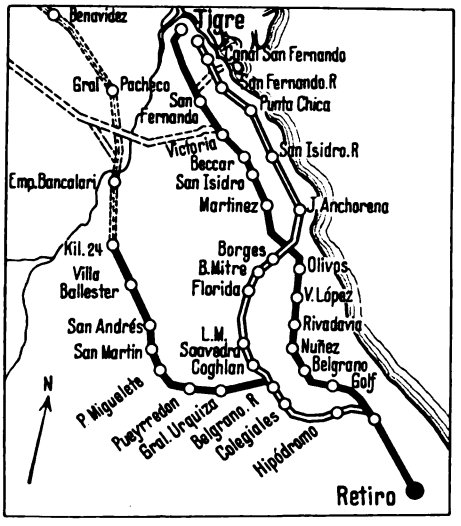
Zur Energieversorgung verfügt die Eisenbahngesellschaft über ein eigenes Elektrizitätswerk in Canal San Fernando (s. Abb. 1), dessen Gesamtleistung 30 000 kVA beträgt. Die entsprechenden Maschinengruppen sind vier

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1332.

[2] Zur Zeit 100 Pes = rd. 100 RM (zu normalen Zeiten 180 RM).

Digitized by Google

ältere Parsons-Turbogeneratoren von je 3000 kVA, 25 Hz, 2,5 kV und ferner drei neu installierte Parsons-Turbogeneratoren von je 6000 kVA, 25 Hz, 5 kV. Die auf 20 kV heraufgespannte Energie wird von dem Elektrizitätswerk aus mittels Kabelleitung einem in sich geschlossenen, unterirdisch verlegten Speisering zugeführt, der die Unterwerke in San Isidro, Olivos, Coghlan, San Martin und km 24 (s. Plan) miteinander verbindet. Ferner führen Abzweigungen von diesem Ring nach dem unweit vom Elektrizitätswerk gelegenen Unterwerk Canal San



Strecke 1, Retiro–Tigre (C)
Strecke 2, Retiro–Tigre (R)
Strecke 3, Retiro–Villa Ballester
Fernbahnen mit Dampfbetrieb

Abb. 1. Übersichtsplan: Die elektrisierten Vorortlinien im Nordwesten von Buenos Aires.

Fernando und nach den Eisenbahnwerkstätten Victoria sowie — von Olivos aus — nach den Unterwerken Nuñez, Palermo und Retiro. In den 9 dem Bahnbetrieb dienenden Unterwerken — von denen 5 (San Isidro, Coghlan, Nuñez, San Martin und km 24) bedienungslos sind und von Olivos aus gesteuert werden[3] — wird mit Hilfe von Umspannern und rotierenden Umformern die Gebrauchspannung von 800 V Gleichstrom erhalten, welcher einer besonderen Stromschiene zugeführt wird. Im Bedarfsfall kann der 20 kV-Teil auch auf die der Buenos-Aires-Westbahn gehörige Hochspannungsanlage (siehe auch ETZ 1930, S. 1332) von ebenfalls 20 kV und 25 Hz umgeschaltet werden gemäß einem diesbezüglich abgeschlossenen Gegenseitigkeitsvertrag.

Die begreiflicherweise ausschließlich von englischen Fabriken (der Birmingham Carriage & Wagon Co. Ltd., Smethwick, der Cammel Laird Co., Nottingham, und Metropolitan Carriage Wagon & Finance Co., Oldbury) gelieferten neuen Wagen stählerner Bauart sind — über die Wagenwände gemessen — 21 m lang, 3,2 m breit und 2,2 m hoch. In jeder Wagenlängswand sind zwei Doppeltüren vorgesehen; die Türbreite beträgt 1,3 m, die Türhöhe 1,7 m. Ferner sind in den Kopfwänden Schiebetüren vorhanden, die dem Durchgang der Fahrgäste auch während der Fahrt dienen.

Die elektrische Ausrüstung der Triebwagen hat die Metropolitan-Vickers Electrical Co. Ltd., Manchester, geliefert. Jeder Wagen hat zwei Motoren von je 230 kW, 775 V Normalspannung, 645 U/min. Zwecks Feldschwächung ist eine Abzweigung an den Feldwindungen vorgesehen, die die wirksame Amperewindungszahl um rd. 50 % herabzusetzen gestattet. Das Gesamtgewicht des unbesetzten Triebwagens beträgt 53 t, wovon 12 t auf die Motoren mit Übersetzung und elektrischer Ausrüstung entfallen; das Gewicht der Anhängewagen gleicher Abmessungen ist ungefähr 39 t. Vollbesetzt faßt jeder Wagen 70 Personen, so daß der normal aus 2 Triebwagen und 2 Anhängewagen zusammengesetzte Zug im ganzen rund 200 t wiegt. Der je Tonnenkilometer berechnete spezifische Energieverbrauch stellt sich auf etwa 35 Wh.

Um die Unfälle an den Bahnübergängen wirksamer zu bekämpfen, sind kürzlich — zunächst versuchsweise — auf einer Strecke von 2 km Länge 14 selbsttätig arbeitende (durch Elektromotoren betriebene) Signalmasten vorgesehen worden. Dieses neue, voraussichtlich auf allen drei Vorortlinien zur Einführung kommende Signalsystem ist aber nicht nur dazu berufen, den Wärtern an den Bahnübergängen das Herannahen der Züge rechtzeitig zu melden, sondern es soll außerdem auf den Bahnstationen selbst das Kommen und Gehen der Züge in der betreffenden Zone veranschaulichen bzw. den Ort kenntlich machen, wo sie sich gerade befinden. Hierdurch gedenkt die Bahngesellschaft neben der Erhöhung der Betriebsicherheit zu erreichen, daß die Züge in geringeren Zwischenräumen als bisher verkehren können. Es geht daraus hervor, daß der Hebung des Verkehrs, ungescheut der Kosten, im Hinblick auf die wirtschaftliche Bedeutung der Lage und Ausdehnung des Einflußgebiets der F. C. C. A.-Vorortbahnen nach der nunmehr zum Ende geführten Elektrisierung mit zeitgemäßen Mitteln zielbewußt weiter nachgestrebt wird.

[3] Es kommt hier das Kontrollsystem zur Anwendung, welches von der Metropolitan-Vickers Electrical Co. in Verbindung mit der Metropolitan Automatic Telephone Manufacturing Co. entwickelt wurde.

I. Langmuir in Berlin.

Dr. Dr.-Ing. E. h. Irving Langmuir, der letzthin mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnete amerikanische Gelehrte, besuchte gelegentlich seiner Reise nach Stockholm auch das europäische Festland und Berlin. Die Deutsche Gesellschaft für technische Physik, die Deutsche Physikalische Gesellschaft und die Deutsche Chemische Gesellschaft veranstalteten aus diesem Anlaß eine gemeinsame große Sitzung und luden Herrn Langmuir zu einem Vortrag ein, den dieser in liebenswürdiger Weise übernahm. Dr. Langmuir sprach über seine Untersuchungen der Adsorptionsvorgänge von Metallen an metallischen Oberflächen. Als einfaches Beispiel eines derartigen Vorganges hat er die Adsorption von Cäsium an glühenden Wolframdrähten untersucht. Er konnte nachweisen, daß alle Cäsiumatome, die einmal den Wolframdraht in dem Reaktionsgefäß treffen, auch darauf haften bleiben. Die untersuchten Eigenschaften der Adsorption von atomaren Metallschichten auf anderen Metallen führt Langmuir auf die Wirkung ungesättigter Valenzen zurück. Die Adsorption von Cäsium schreitet so lange fort, bis genau die gesamte Wolframdrahtoberfläche mit Cäsiumatomen lückenlos besetzt ist. Da das Cäsiumatom gerade den doppelten Durchmesser des Wolframatoms hat, kommen bei voller Bedeckung auf jedes Cäsiumatom vier Wolframatome. Die Anlagerung einer zweiten Schicht von Cäsium findet nicht statt, da die Adsorptionskräfte von Cäsium auf Cäsium ganz erheblich kleiner sind als die von Cäsium auf Wolfram. Die Feststellung der Zahl der Cäsiumatome auf dem Wolframdraht gelang mit Hilfe der Prüfung der Elektronenemission, da Cäsium eine um mehrere Größenordnungen stärkere Elektronenemission hat als Wolfram. Auch durch spontane Verdampfung des Cäsiums infolge plötzlicher starker Erhöhung der Drahttemperatur konnten Mengen bis herab zu 1000 Cäsiumionen einwandfrei nachgewiesen werden.

Der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, Dir. Dr. Mey, würdigte die Verdienste des Gastes um die physikalische Forschung und wies auf die zahlreichen technischen Erfolge der Langmuirschen Forschungsarbeit hin. Die gasgefüllte Glühlampe mit gewendeltem Draht ist wohl die populärste seiner Erfindungen. Auch in der Technik der Schmierung haben die Langmuirschen Untersuchungen zu großen Anwendungsmöglichkeiten geführt. Sein neuester technischer Erfolg ist das Arcatom-Schweißverfahren, bei dem das Schweißen in einer Atmosphäre atomaren Wasserstoffes vor sich geht.

Dem Vortragenden dankte Geheimrat Nernst, der seiner Freude darüber Ausdruck gab, daß Langmuir als sein Göttinger Schüler so große wissenschaftliche und technische Erfolge errungen habe.

Dr. Langmuir dankte seinerseits für die Gelegenheit, die ihm im Kreise der Berliner physikalischen und chemischen Gesellschaften zu einem Vortrage geboten worden sei. Er dankte ferner seinem Lehrer, Geheimrat Nernst, für die vielfachen Anregungen, die er in seiner Studienzeit durch ihn erhalten habe. Am folgenden Tage erfreute dann Langmuir mit seiner Gattin die Deutsche Gesellschaft für technische Physik wiederum mit seiner Gegenwart bei ihrem Geselligen Abend. Dr. Langmuir schilderte in einer Rede seine Eindrücke, die er jetzt in deutschen Hochschul- und Universitätsinstituten und in den Forschungslaboratorien der deutschen Großfirmen gewonnen habe; sie haben ihm die Gewißheit gebracht, daß nach Überwindung der Wirtschaftskrise ein technischer Aufschwung einsetzen werde, an dem gerade deutsche Wissenschafter und Techniker in erster Linie Anteil haben würden. *F. Bn.*

Digitized by Google

Vorgänge beim Kurzschluß eines Synchrongenerators.

Von Dr. Robert Pohl, Berlin.

Übersicht. An Hand einer möglichst anschaulich gehaltenen Darstellung der Vorgänge beim plötzlichen Kurzschluß eines Synchrongenerators werden einige Sonderfragen behandelt: der Einfluß der Läuferstreuung, das verschiedene Abklingen der Stromkomponenten, die gelegentliche Verschiebung der ersten Halbwellen ganz über die Nullinie, der Entwurf von Kurzschlußgeneratoren sowie die Definitionen der Streureaktanz und Synchronreaktanz.

Als einfachstes Beispiel eines Synchrongenerators gilt ein zweipoliger Turbogenerator mit lamelliertem Walzenläufer, der im Ständer und Läufer gleiche Wicklungen besitzt, nämlich je eine Zweiphasenwicklung, bestehend aus zwei getrennten Spulen S_a und S_b bzw. L_a und L_b (Abb. 1).

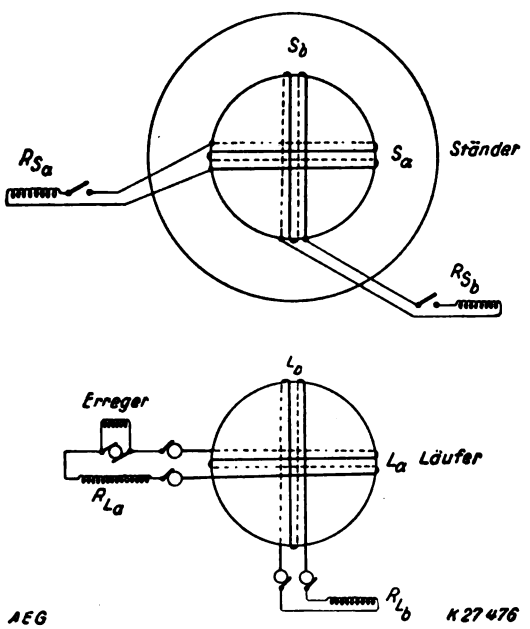


Abb. 1. Schema eines Synchrongenerators mit gleicher Zweiphasenwicklung in Ständer und Läufer.

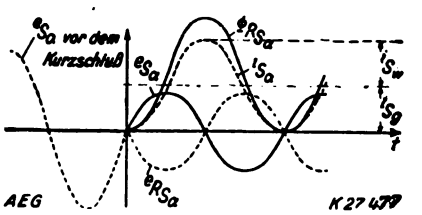


Abb. 2. Vorgang in S_a nach dem mehrphasigen Kurzschluß.

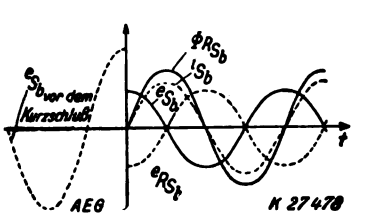


Abb. 3. Vorgang in S_b nach dem mehrphasigen Kurzschluß.

Als Rückwirkung üben die Ständerströme i_{S_a} und i_{S_b} nun auf den Läufer aus? Denkt man sich den gemäß Abb. 2 pulsierenden Strom in S_a in einen reinen Wechselstrom i_{S_w} mit dem Höchstwert I_{S_w} und einen Gleichstrom i_{S_g} zerlegt, so ist $i_{S_w} = i_{S_b}$. Der reine Wechselstrom ist in S_a gleich dem in S_b, aber um 90° phasenverschoben, außerdem führt S_a aber einen Gleichstrom gleich der Amplitude des Wechselstromes. Zur Herstellung des MMK-Gleichgewichts, welches ja nicht nur in stationären Zuständen, sondern in jedem Moment besteht, müssen im Läufer beiden Arten von Ständerströmen gegenüber magnetisch gleichwertige aber entgegengerichtete Ströme entstehen. Als Rückwirkung des Ständerwechselstromes i_{S_w} erhalten wir einen zusätzlichen Gleichstrom in der Läuferspule L_a, der mit i_{L_g} bezeichnet werde. Da gleiche Windungszahlen in L_a und S_a vorausgesetzt sind, wird i_{L_g} gleich I_{S_w}, also auch gleich i_{S_g}. Sein Entstehen wird grundsätzlich durch Abklingen des Feldes in L_a erzwungen. Das Gleichstromglied i_{S_g} im Ständer verlangt zu seiner magnetischen Kompensation einen zusätzlichen Strom im Läufer, der relativ zu S_a eine konstante, im Raume stillstehende MMK darstellt, die demnach relativ zum Läufer mit normaler Frequenz umläuft, also als Wechselstrom i_{L_w} sowohl in L_a wie um 90° phasenverschoben in L_b fließt. Wiederum wegen der vorausgesetzten Gleichheit der Windungen muß sein Höchstwert I_{L_w} gleich i_{S_g}, also auch gleich I_{S_w} werden. Wir kommen also zu der aus der elektromagnetischen Gleichheit von Ständer und Läufer von vornherein zu erwartenden Gleichheit sämtlicher induzierten Ströme, zu der sich die zu Beginn erwähnte gleiche Verteilung der rein magnetisierenden Ströme gesellt. Vollständige Gleichheit entsteht auch bezüglich des Flusses. Dieser läuft nicht mehr nur mit dem Läufer um, sondern haftet zur Hälfte am Ständer. Denn der Gleichstrom in S_a hält einen mit dieser Spule verketteten im Raume stillstehenden Fluß aufrecht, der in L_a und L_b den Wechselstrom i_{L_w} erzeugt. Die Größe des hierfür erforderlichen an S_a haftenden Flusses ist durch die Größe der Reaktanzen R_{L_a} und R_{L_b} gegeben, in denen durch i_{L_w} ein Wechselfeld und eine Gegen-EMK entstehende Gegen-EMK $e_{R_{S_a}}$ der induzierten von Null aufsteigenden e_{S_a} das Gleichgewicht hielte. Da der Fluß und der Strom in R_{S_a} aber im Einschaltmoment nur von Null beginnen können und $e_{R_{S_a}} = -e_{S_a}$ trotzdem unverändert entstehen, also die Flußänderung in R_{S_a} unverändert wie vom negativen Höchstwert aus vor sich gehen muß, so entstehen $\Phi_{R_{S_a}}$ und der Strom i_{S_a} bekanntlich einseitig zur Nullinie gemäß Abb. 2. Anders verläuft der Vorgang in der Ständerspule S_b. Denn hier hat die induzierte Spannung e_{S_b} gerade ihr Maximum, so daß zur Erzeugung von $e_{R_{S_b}} = -e_{S_b}$ der Fluß $\Phi_{R_{S_b}}$ und der ihm entsprechende Strom i_{S_b} gerade von Null aufsteigen können. Sie können also ihre Schwingung symmetrisch zur Nullinie beginnen, wie Abb. 3 zeigt. Die Größe der Flüsse, Ströme und Spannungen finden wir später.

Um die Abklingvorgänge zunächst auszuschalten, denken wir uns die Wicklungen wie üblich als widerstandslos, ferner ihre für alle Spulen gleiche Streuinduktivität, die bei wirklichen Turbogeneratoren zum großen Teil in den Wickelköpfen liegt, in besonderen Reaktanzspulen gleicher Windungszahl R_{S_a} und R_{S_b} bzw. R_{L_a} und R_{L_b} konzentriert. An die Läuferspulen sind diese über Schleifringe angeschlossen. Die Spule L_a diene ferner durch Einschaltung einer Gleichstrommaschine als Erregerwicklung. L_b ist kurzgeschlossen und stellt dazu die Querfeld-Dämpferwicklung dar. Ständer und Läufer sind einander elektromagnetisch vollkommen gleich, abgesehen von der Gleichstrom-Erregung in L_a. Um auch diesen Unterschied fortzuschaffen, denken wir uns gleichzeitig mit dem Kurzschluß die Gleichstrommaschine entregt, so daß der das Feld aufrecht erhaltende Magnetisierungstrom von verschwindenden Kraftlinien erzeugt wird. Das erfolgt gleichmäßig in den Ständer- und Läuferwindungen, soweit sie den Fluß umschließen. Was geschieht nun, abgesehen von dieser Umlagerung der rein magnetisierenden Ströme, wenn wir bei vollem Felde und voller Drehzahl die Ständerspulen durch Einlegen der Schalter kurzschließen? In dem in Abb. 1 gezeichneten Kurzschlußmoment umschließt S_a gerade den von L_a erzeugten Fluß Φ, während die Ebenen von S_b und L_b längs zur Flußachse liegen. Die in S_a induzierte Sinusschwingung der EMK e_{S_a} geht also gerade durch Null. Wäre der Kurzschlußzustand stationär, so müßte der in der Reaktanzspule R_{S_a} vorhandene Fluß $\Phi_{R_{S_a}}$ samt dem ihn erzeugenden durch R_{S_a} fließenden Strom, welche ja der EMK um 90° vorauseilen, jetzt gerade seinen negativen Höchstwert haben, damit die in R_{S_a}

Digitized by Google

erzeugt werden. Wegen der vorausgesetzten Gleichheit der Induktivitäten aller Spulen muß der zur Erzeugung von i_{L_w} am Ständer S_a haftende Fluß die gleiche Größe haben wie der an L_a haftende, mit dem Läufer umlaufende Fluß, welcher in den Ständerspulen einen gleich starken Wechselstrom erzeugt. Mit anderen Worten, im Augenblick des Kurzschlusses spaltet sich der Fluß Φ in zwei gleiche Teile Φ_L und Φ_S, die bzw. am Läufer und am Ständer verbleiben. Der erstere erzeugt im Ständer die Wechselspannungen e_{S_a} und e_{S_b}, allgemein e_{S_w} der Abb. 2 und 3, deren Größe also nur der Hälfte des vor dem Kurzschluß vorhandenen Hauptflusses entspricht, der letztere Teil die gleich große Wechselspannung e_{L_w} im Läufer. Der Gleichstrom in den beiden Wicklungen L_a und S_a entsteht durch das Verschwinden des jeweils zugehörigen Feldes, u. zw. nicht nur diejenigen Gleichstromglieder i_{S_g} und i_{L_g}, die dem Wechselstrom des gegenüberliegenden Teiles i_{L_w} bzw. i_{S_w} das Gleichgewicht halten, sondern in unserem Beispiel im Kreise von L_a und S_a auch die rein magnetisierenden Komponenten $i_{L_g\,\mathrm{magn.}}$ und $i_{S_g\,\mathrm{magn.}}$, deren Größe in jedem Augenblick der Stärke des jeweiligen Feldes entspricht.

Für den Zustand unmittelbar nach dem Kurzschluß lassen sich demnach auch die Felder, Ströme und Spannungen vektoriell darstellen, wie es in dem Doppeldiagramm Abb. 4 geschehen ist. Bei diesem ist die Voraussetzung widerstandsloser Wicklungen schon fallen gelassen und der ohmsche Abfall $I_{S_w} r$ bzw. $I_{L_w} r$ eingeführt worden. Das Abklingen aller Vektoren erfolgt nun, weil die Energie der Felder in den Widerständen der Wicklungen aufgezehrt wird, u. zw. durch diejenigen Ströme, welche von verschwindenden Kraftlinien erzeugt werden. Da nach unserer Annahme alle Wicklungen genau gleich sind, so wird auch das Abklingen auf Null für alle Ströme genau gleichmäßig verlaufen. Ganz anders gehen die Abklingvorgänge in praktischen Maschinen mit stark verschiedenen Wicklungen vor sich, wie später noch zu erörtern ist. Ferner zeigen die Diagramme noch, daß das totale Gleichstromglied $i_{S_g\,\mathrm{tot.}}$ in der Ständerwicklung S_a größer ist als die Amplitude des Wechselstromgliedes I_{S_w} in der gleichen Wicklung, weil es mit dem Überschuß seinen Feldanteil erzeugen muß.

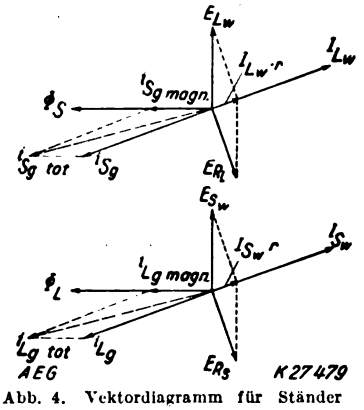


Abb. 4. Vektordiagramm für Ständer und Läufer. Augenblickswerte nach dem mehrphasigen Kurzschluß.

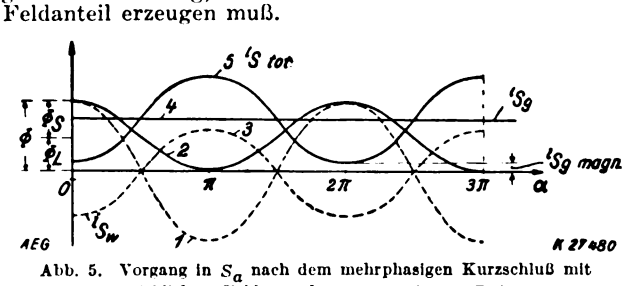


Abb. 5. Vorgang in S_a nach dem mehrphasigen Kurzschluß mit wirklichem Feld 2 und $i_{S_g\,\mathrm{magn.}}$ $(R_S = R_L)$.

Wie hat man sich die magnetischen Vorgänge im aktiven Eisen, die Übereinanderlagerung eines feststehenden Feldes Φ_S und eines umlaufenden Φ_L in Wirklichkeit vorzustellen? Nun, es bildet sich ein resultierendes Feld aus, das wegen der Gleichheit der beiden fiktiven Teilfelder eine Sinusschwingung zwischen seinem ursprünglichen Höchstwert und Null vollzieht. Um die Verhältnisse klarer zu übersehen, wollen wir für diese Betrachtung wieder annehmen, daß wir es mit verlustlosen Wicklungen zu tun haben, so daß ein Abklingen der Felder nicht eintritt. Hierfür stellt Abb. 5 die Vorgänge in S_a dar. Im Punkte *0*, d. h. im Augenblick des Kurzschlusses, durchsetzt gerade der Höchstwert des Flusses die Spule. Träte der Kurzschluß nicht ein, so würde er seine durch die Sinuskurve *1* dargestellte Schwingung fortsetzen. Statt dessen spaltet er sich jetzt in die gleichen Teilflüsse Φ_L und Φ_S, die bzw. am Läufer und am Ständer verbleiben. Nach einer halben Umdrehung des zweipoligen Läufers, allgemein nach einer halben Periode, d. h. $\alpha = \pi$, sind die Teilflüsse einander entgegengerichtet. Da sie gleich stark sind, ist der resultierende S_a durchsetzende Fluß auf 0 abgesunken. Nach einer weiteren halben Periode ist der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt. Diese Pendelung, welche durch Kurve *2* dargestellt ist, wird von dem wirklichen Flusse dauernd fortgesetzt.

Welche Wandlungen macht nun die Energie der Felder durch? Das erkennen wir bei Betrachtung der erzeugten Ströme mit ihren durch die Reaktanzen dargestellten Streufeldern. In den mit dem Hauptfelde verketteten Windungen des Ständers wird von der am Läufer haftenden Feldhälfte ein Wechselstrom hervorgerufen, der wegen des fehlenden ohmschen Abfalles gegen seine in Abb. 5 fortgelassene EMK um 90 °, gegen sein Feld um 180 ° zeitlich verschoben ist; er hat also den Verlauf der Kurve *3* in Abb. 5. Ihm überlagert sich ein vom abklingenden Ständerfeld herrührender, um den Magnetisierungsüberschuß größerer Gleichstrom i_{S_g}, die Gerade *4*, so daß der wirkliche Stromverlauf $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ durch Kurve *5*, die Summe von *4* und *3*, gekennzeichnet ist. In dem elektromagnetisch genau gleichen Läufer spielt sich derselbe Vorgang ab. Die mit seinem Fluß verketteten Windungen von L_a führen die gleichen bereits durch *5* dargestellten Ströme, welche aber mit dem Läufer umlaufen. So kommt es, daß sie eine halbe Periode nach dem Eintritt des Kurzschlusses den entsprechenden Ständerströmen entgegengesetzt magnetisieren. Die in den Reaktanzspulen beider Wicklungen verlaufenden Streufelder erreichen also gerade ihre Höchstwerte, wenn das wirkliche Hauptfeld 0 wird. Aus der bekannten Überlegung, daß die Summe der mit einem widerstandslosen Stromkreis verketteten Kraftlinien konstant bleiben muß, folgt, daß der Streufluß $\Phi_{R_{S_a}}$ bzw. $\Phi_{R_{L_a}}$ im Maximum den ursprünglichen Hauptfluß Φ erreicht. In R_{S_b} und R_{L_b} ergänzt dagegen der Streufluß den jeweiligen Fluß in S_b bzw. L_b immer zu Null, wird also höchstens gleich $\Phi/2$. Da die Feldenergie der Summe der Produkte aus Fluß und Strom proportional ist, so steigt offenbar die gesamte magnetische Energie, wie $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ von $i_{S_g\,\mathrm{magn.}}$ hochsteigt, und pendelt sodann im Takt und im Maß der Kurve $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ Beim Aufstieg während der ersten Halbperiode tritt also eine starke Bremsung ein und später, wo $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ um den Mittelwert i_{S_g} schwingt, müssen entsprechende Energiebeträge der kinetischen Energie des Rotors entzogen und wieder zugeführt werden, wobei die Drehzahl um einen verminderten Wert schwingt. Bei wirklichen, nicht verlustfreien Maschinen sinkt sie natürlich unter Pendelungen ab. So erklären sich die Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge, wie sie z. B. von Rikli[1] experimentell aufgenommen wurden. Aus der Kurve $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ ließe sich die der Drehzahlpendelung leicht ableiten. Auch die mechanische Ursache der letzteren, das Spiel der bei jeder Umdrehung einmal anziehenden und einmal abstoßenden Kräfte zwischen Gleichstromgliedern und gegenüber haftenden Feldern ist unschwer zu verfolgen.

Wir wollen nun die Voraussetzung genau gleicher Wicklungen in beiden Teilen fallen lassen und stattdessen annehmen, daß die Streuung für die Ständerwicklung das Neunfache derjenigen der Läuferwicklung ausmache. Das entspricht ungefähr den Verhältnissen in Turbogeneratoren. Die Windungszahl im Ständer soll aber unverändert gleich der des Läufers bleiben. In Abb. 1 sollen also R_{S_a} und R_{S_b} die neunfache Reaktanz besitzen wie R_{L_a} und R_{L_b}. Dann gehören zur Aufrechterhaltung des elektromagnetischen Gleichgewichts wieder die gleichen Ströme in Ständer- und Läuferwicklung wie vorher. Das bedingt aber jetzt einen am Läufer haftenden Fluß Φ_L von der neunfachen Größe des am Ständer haftenden Φ_S. Von dem gesamten Flusse verbleiben also jetzt 90 % am Läufer und 10 % am Ständer, mit anderen Worten, das Feld spaltet sich im umgekehrten Verhältnis der Streureaktanz beider Wicklungen auf. Für die Größe des Stoßkurzschlußstromes ist, wie man sieht, auf jeden Fall die Summe der Streureaktanzen für Ständer und Läufer bestimmend. Dabei ist aber als Streureaktanz des Läufers offenbar diejenige für Wechselstrom der normalen Frequenz zu verstehen. Diese ist wegen der Wirbelstromdämpfung im massiven Metall des Läufers und der benachbarten Konstruktionsteile weit kleiner als der Streuung des Gleichstromfeldes entspricht. Hierin dürfte der Grund liegen,

[1] Rikli, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 16, S. 217 (1925).

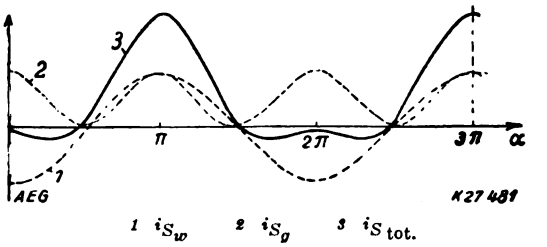
Digitized by Google

weshalb die Läuferstreuung bei den Kurzschlußvorgängen von Turbogeneratoren gegenüber der Ständerstreuung kaum bemerkbar ist, so daß Zweifel entstanden, ob sie überhaupt von Einfluß sei. Betrachten wir die Größe des Ständerstreufeldes bei der soeben angenommenen Verteilung der Induktivitäten, so kommen wir noch zu einer wichtigen Feststellung: War bei gleicher Streuinduktivität der Ständer- und Läuferwicklung $\Phi_S = \Phi_L = 0{,}5\,\Phi$ und der Streufluß $\Phi_{R_{S_a}}$ im Höchstwert gleich Φ, weil er den Gesamtfluß in S_a stets zu Φ ergänzen, also gleich $2\,\Phi_L$ werden mußte, so muß jetzt aus dem gleichen Grunde $\Phi_{R_{S_a}} = 2\,\Phi_L = 1{,}8\,\Phi$ werden, $\Phi_{L_{S_a}}$ ebenso gleich $2\,\Phi_S = 0{,}2\,\Phi$. Soweit sich der Streufluß im wirklichen Generator um die Ständerwickelköpfe schlingt, bleibt also im Eisen der am Läufer haftende Hauptfluß bestehen, um die Köpfe aber bildet sich ein sehr starker Fluß aus, im theoretischen Grenzfall von doppelter Stärke des Hauptflusses, so daß die benachbarten Eisenteile sehr wohl dabei eine magnetische Sättigung erfahren können. Nur bei der praktisch unzutreffenden Annahme, daß der gesamte Streufluß im Bereich des aktiven Eisens durch die Nuten und den Luftspalt laufe, wäre das wirkliche, S_a induzierende Feld als Summe von Φ_L und $\Phi_{R_{S_a}}$ von geringerer Stärke als Φ und schlösse sich abwechselnd durch den Läufer und durch die genannten Streuwege[2]. Auch hierbei würde jedoch eine Sättigung der Statorzahnspitzen, u. zw. in der Umfangsrichtung eintreten können.

Lassen wir nun auch die Annahme gleicher Windungszahlen und gleicher Wicklungsarten im Ständer und Läufer fallen, so ändert sich lediglich die Stärke der Ströme entsprechend den geänderten Windungszahlen und Wicklungsfaktoren, in jedem Augenblick bleibt aber das Gleichgewicht der MMKe und Felder unverändert. Haben wir insbesondere einen Läufer der üblichen Ausführung mit magnetisierender Wicklung und Dämpferkäfig vor uns, so fließt der Gleichstrom vorwiegend in der Wicklung, aber auch in den Längsfeld-Dämpferstäben, die in den gleichen Nuten wie die Wicklung liegen. Der Wechselstrom dagegen fließt vorwiegend im Dämpferkäfig, insbesondere werden die in den Polen liegenden Querfeld-Dämpferstäbe fast nur vom Wechselstrom durchflossen. Besitzt der Ständer eine Drehstromwicklung, so verteilt sich das Gleichstromglied auf die drei Phasen gemäß dem Grade ihrer Feldverkettung im Kurzschlußmoment.

Beim Einphasen-Kurzschluß wollen wir zunächst wieder genau gleiche Verhältnisse im Ständer und Läufer, also außer dem Fortfall von S_b auch den von L_b (Abb. 1) annehmen und den Kurzschluß im Augenblick voller Verkettung der Spulen S_a und L_a mit dem Hauptfluß Φ betrachten. Aus Symmetriegründen folgt, daß der Fluß wieder je zur Hälfte am Ständer und am Läufer verbleibt. Nach $^1/_2$, $^3/_2$, . . . Perioden ist der wirkliche Hauptfluß im Generator Null geworden, um nach je einer weiteren Halbperiode wieder auf Φ zu steigen. Wegen der Konstanz der Flüsse in widerstandslosen Kreisen macht der Streufluß in R_{S_a} bzw. R_{L_a} die umgekehrte Pendelung zwischen Null und Φ durch. Wie gestaltet sich aber jetzt der Gesamtstrom $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ bzw. der ihm gleiche $i_{L\,\mathrm{tot.}}$? Wenn wir von dem rein magnetisierenden Strom absehen, so müssen sich die Ständer- und Läuferströme wieder in jedem Augenblick, d. h. in jeder Lage des Läufers das magnetische Gleichgewicht halten. Früher wurde das Wechselstromglied in S_a und S_b durch das Gleichstromglied in L_a ausgeglichen und umgekehrt. Jetzt ist wegen des Fehlens von S_b bzw. L_b ein Gleichstrom in L_a bzw. S_a nicht mehr möglich, vielmehr muß der „Gleichgewichtstrom" i_{S_g} bzw. i_{L_g} nach je einer halben Umdrehung auf Null absinken. Man kann das noch schärfer fassen: Ist das Ständer-Wechselstromglied wie früher $i_{S_w} = -I_{S_w} \cos\alpha$ (Kurve *1* in Abb. 6), so muß ein ebensolches Glied im Läufer i_{L_w} bestehen. Die in der Richtung der Ständerspule magnetisierende Komponente des letzteren, da α ja auch die Winkelstellung von L_a relativ zu S_a angibt, ist $I_{L_w} \cos\alpha \cdot \cos\alpha = I_{L_w} \cos^2\alpha = I_{S_w} \cos^2\alpha$ (Kurve *2*, Abb. 6. Diesen Wert hat also der sich in S_a und L_a zu i_{S_w} bzw. i_{L_w} hinzugesellende „Gleichgewichtstrom". Er ist ein stets positiver mit der doppelten Frequenz pulsierender Strom. Demnach ist $i_{S\,\mathrm{tot.}} = I_{S_w}(\cos\alpha + \cos\alpha^2)$ als Summe beider Glieder (Kurve *3*, Abb. 6) ein doppeltfrequenter Strom mit abwechselnd kleinen und großen Amplituden. Die letzteren haben wieder die doppelte Höhe der Amplitude des Wechselstromgliedes. Da der Streufluß von $i_{S\,\mathrm{tot.}}$ bzw. $i_{L\,\mathrm{tot.}}$ erzeugt wird, so nimmt er einen ähnlichen Kurvenverlauf, wobei er im Zeitpunkt 0, 2π, usw. immer Null wird, für π, 3π usw. den Wert Φ erreicht.

Allgemein haben wir erkannt, daß der „Gleichgewichtstrom" im gegenüberliegenden Maschinenteil für einen mehrphasigen, eine konstante Dreh-MMK bildenden Wechselstrom ein Gleichstrom, für einen Einphasenstrom aber ein $\cos^2$-, unter Umständen $\sin^2$-Strom ist. Lassen wir nun bei dem einphasigen Ständerkurzschluß die zunächst gemachte Annahme fallen, daß auch L_b, also die Querfeld-Dämpferwicklung fehlt, so erzeugt die am Ständer verbleibende Feldhälfte in beiden Läuferspulen einen Wechselstrom, dessen Gleichgewichtstrom in S_a ein Gleichstrom ist, so daß wir das gleiche Strombild im Ständer erhalten wie im Mehrphasen-Kurzschluß gemäß Abb. 5. In L_a aber verbleibt als Gleichgewichtsglied des ständerseitigen Einphasenstromes der überlagerte $\cos^2$-Strom.



1 i_{S_w} 2 i_{S_g} 3 $i_{S\,\mathrm{tot.}}$

Abb. 6. Vorgang in S_a nach dem Einphasen-Kurzschluß bei einachsigem Läufer.

Die genau gleichen Vorgänge würden sich abspielen, wenn wir bei der Maschine nach Abb. 1 im Läufer eine Spule (L_b) offen lassen und dann den Ständer zweiphasig kurzschließen, also für den Fall des Mehrphasen-Kurzschlusses bei einachsigem Läufer. Nur flösse der Strom, wie wir ihn jetzt in L_a vor uns hatten, nunmehr in S_a und umgekehrt. Man erkennt also, daß der Fortfall oder die unvollkommene Ausbildung der Querfeld-Dämpferwicklung im Läufer die Kurvenform des Ständers wegen der Ausbildung eines $\cos^2$-Gliedes verändert.

Diese Darstellung der Vorgänge macht die übliche Fiktion der Spaltung einer Wechsel-MMK in eine mitläufige und eine gegenläufige Dreh-MMK je halber Stärke entbehrlich. Die letzteren würden als Gleichgewichtsströme bzw. einen Gleichstrom und einen doppeltfrequenten Wechselstrom liefern, deren Summe dem $\cos^2$-Strom entspricht.

Grundsätzlich ändern sich die Verhältnisse auch nicht, wenn wir bei allen betrachteten Fällen in der Gleichstrom-Erregerwicklung des Läufers einen Strom aufrecht erhalten, welcher bewirkt, daß der Ständerstrom nicht auf Null, sondern auf den Dauerkurzschlußstrom abklingt. Die Ausgleichvorgänge überlagern sich dann bekanntlich diesem Dauerzustand und klingen auf ihn ab.

Bei der Berechnung der vom Stoßkurzschluß erzeugten Wärmemenge sowie beim Entwurf von Kurzschlußgeneratoren für die Prüfung von Geräten ist nun die Frage des Abklingens der Ströme von besonderem Interesse. So wird für die Prüfung von Schaltern verlangt, daß ein Gleichstromglied im Augenblick der Schalteröffnung nicht oder nicht mehr besteht. Hier möchte man das Entstehen dieses Gleichstromgliedes verhindern oder sein Abklingen möglichst verzögern, damit sich die größtmögliche Abschaltleistung ergibt. Verhindern läßt sich das Gleichstromglied bekanntlich durch Kurzschließen der Phasen in aufeinanderfolgenden Augenblicken, in denen sie gerade mit einem Fluß nicht verkettet sind, oder auch durch Erzeugung des Gesamtfeldes von Null an, so daß die Streufelder und Ströme sofort symmetrisch zur Nullinie schwingen können. Soll ein entstandenes Gleichstromglied im Vergleich zum Wechselstromglied schnell beseitigt werden, so muß für die schnellstmögliche Vernichtung des am Ständer haftenden Feldes, anderseits für die möglichst gute Aufrechterhaltung des Läuferfeldes Sorge getragen werden. Die Anfangsgröße des ersteren entspricht dem Verhältnis der Wechselstromimpedanz des Läufers zu derjenigen des Ständers. Man wird also bemüht sein, die Läuferimpedanz besonders klein zu halten, was durch möglichst kurze Wickelköpfe mit Dämpferblechen für ihre Streufelder geschehen kann. Man wird ferner den Wechselstrom-Widerstand des Dämpferkäfigs, u. zw. insbesondere der Querfeld-Dämpferstäbe nicht zu klein machen, den

[2] Kübler, ETZ 1931, S. 628, Abb. 4.

Digitized by Google

Läuferspulen und dem Längsfeld-Dämpferkreis aber demgegenüber einen möglichst niedrigen Widerstand geben, denn das schnellere Abklingen des Gleichstromgliedes im Vergleich mit dem Wechselstromglied, seine kleinere Zeitkonstante, ist ja dadurch bedingt, daß das am Ständer haftende Feld abwechselnd von der niedrigohmigen Läuferwicklung nebst Längsfeld-Dämpferkreis und dem höherohmigen Querfeld-Dämpferkreis umschlossen wird, während der letztere für den am Läufer verbleibenden Feldanteil keine Rolle spielt. Ferner müssen die mit dem Ständerwechselstrom verbundenen Verluste, insbesondere die sog. Zusatzverluste, möglichst klein gehalten werden. Aufrecht erhalten läßt sich das Hauptfeld ferner, wenn man im Augenblick des Kurzschlusses die Läufererregung um den Betrag der durch den Ständerwechselstrom bedingten Rückwirkung steigert.

Woher rührt nun die häufig beobachtete Erscheinung, daß die ersten Halbwellen des Kurzschlußstromes ganz einseitig über die Nullinie hinaus verschoben sind? In unseren Abb. 3, 4 und 5 sahen wir diese Lage als Wirkung des Magnetisierungsanteils $i_{S_{\sigma magn}}$. Eine zweite Möglichkeit ist von H. Brandt im Prüffeld der AEG-Turbinenfabrik experimentell festgestellt und in einer demnächst erscheinenden Arbeit theoretisch begründet worden. Sie besteht in dem ungleichzeitigen Schließen der Schalterkontakte beim dreiphasigen Kurzschluß und der Übereinanderlagerung von Ausgleichvorgängen. Eine andere vor kurzem gegebene Erklärung[3], daß die Verschiebung über die Nullinie hinaus entsteht, wenn das Wechselstromglied schneller abklingt als das Gleichstromglied, ist nur theoretisch denkbar, aber für jede praktische Ausbildung der Dämpferkreise unzutreffend.

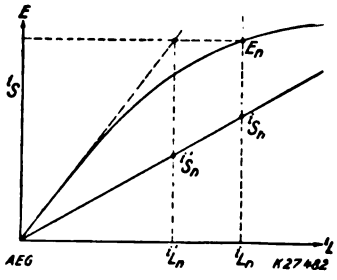


Abb. 7. Leerlauf- und Kurzschluß-Kennlinien.

Zum Schluß sei die in der amerikanischen Literatur bereits eingebürgerte Praxis berührt, zwischen zwei Werten der Streureaktanz zu unterscheiden (Park und Robertson[4]). Sie beruht auf der Beobachtung, daß in den Oszillogrammen des Stoßkurzschlußstromes für die ersten Halbwellen nicht nur des Gleichstrom-, sondern auch des Wechselstromgliedes ein weit schnelleres Abklingen zu beobachten ist als für die späteren, welche angenähert nach einer Exponentialkurve, im logarithmischen Maßstab einer geraden Linie, abfallen. Für diesen späteren Verlauf hat die Streureaktanz einen praktisch konstanten Betrag, während sie für die ersten Halbwellen kleiner ist. Verlängert man nun die Kurve der Stromspitzen des späteren Abklingvorganges für das Wechselstromglied bis zum Zeitpunkt Null, was am besten durch Aufzeichnen der Stromspitzen im logarithmischen Maßstab und Anlegung einer Geraden an diese geschieht, so erhält man mit Hilfe der so auf der Ordinatenachse abgeschnittenen Stromhöhe durch Division in die Phasenspannung die eigentliche Streureaktanz (transient reactance), während die für den ersten Augenblick wirklich festgestellte höchste Amplitude des Stoßkurzschlußstromes eine verminderte Streureaktanz (subtransient reactance) liefert[5]. Der Grund für das im Anfang beschleunigte Abklingen des Stromes ist wohl an erster Stelle darin zu sehen, daß die Anfangsamplituden des Stromes durch Sättigungserscheinungen im magnetischen Kreis der Streufelder überhöht sind. Die in der Literatur meist angegebene Ursache, nämlich die Entstehung von Dämpferströmen im massiven Rotor und seinem Dämpferkäfig, bildet demgegenüber für den plötzlichen Abfall der Stromamplituden im Verlauf der ersten Halbwellen keine durchsichtige Erklärung. Zumindest müßte der Mechanismus dieser Wirkung erläutert werden. Der amerikanische Vorschlag der Unterscheidung zwischen den beiden Werten der Streureaktanz ist jedenfalls zu begrüßen, denn bei der Berechnung der vom Kurzschlußstoß ausgelösten höchsten mechanischen Kräfte kommt der kleinere in Frage, während die von dem gesamten Ausgleichvorgang erzeugte Wärme vorwiegend eine Funktion des größeren ist.

Ist der Stoßkurzschluß abgeklungen, so werden die Stromverhältnisse im Dauerkurzschluß durch die Synchronreaktanz bestimmt. Auch bei ihrer Definition herrscht aber in der Literatur keine Einheitlichkeit, u. zw. wiederum, weil die magnetische Sättigung je nach Umständen berücksichtigt wird oder nicht. Nach einer älteren Definition ist die Synchronreaktanz das Verhältnis der für den Leerlauf-Erregerstrom i_{L_n} erzeugten Normalspannung E_n (s. Abb. 7) zu der bei der gleichen Erregung im dreiphasigen Kurzschluß entstehenden Statorstromstärke i_{S_n}. Diese entspricht praktisch einer Stator-MMK, welche der des Läufers das Gleichgewicht hält. Läßt man die Synchronmaschine bei Nennspannung E_n unerregt als Motor laufen, wobei sie dem Netz, von dem kleinen Verluststrom abgesehen, den erforderlichen Erregerstrom entnimmt, so ist dieser gleich i_{S_n}. Nach dieser Definition wäre also die Synchronreaktanz auch das Verhältnis der Nennspannung zu dem beim synchronen Lauf mit offenem Läufer vom Netz aufgenommenen Strom. Nach der jetzt vorherrschenden Definition (s. auch AIEE-Standards, Synchronous Machines) ist aber nicht das Verhältnis E_n/i_{S_n} zu bilden, sondern E_n/i''_{S_n}, wobei i''_{S_n} der der Leerlauferregung i''_{L_n} entsprechende Kurzschlußstrom, i'_{L_n} dem Nennspannungswerte auf der Nullpunktstangente an die Leerlaufcharakteristik, der sog. Luftlinie, zugeordnet ist. Bei dieser Definition ist also die Eisensättigung ausgeschaltet. Beide Verhältnisse haben in der theoretischen Behandlung der Synchronmaschine ihre Berechtigung. Im Sinne der Unterscheidung zwischen den beiden Streureaktanzen könnte man die jetzt vorherrschende Benennung

$$\text{Synchronreaktanz } E_n/i''_{S_n}$$

bestehen lassen, davon aber die

$$\text{verminderte Synchronreaktanz } E_n/i_{S_n}$$

unterscheiden. Eine unerregt leerlaufende Synchronmaschine nimmt hiernach den Strom

$$\frac{\text{Nennspannung}}{\text{verminderte Synchronreaktanz}}$$

aus dem Netz. Wird ein leerlaufender Synchrongenerator bei seiner Nennspannung kurzgeschlossen, so entsteht ein Stoßkurzschlußstrom mit der theoretischen Anfangsamplitude des Wechselstromgliedes

$$\frac{\sqrt{2} \times \text{Nennspannung}}{\text{verminderte Streureaktanz}}.$$

Sie klingt in einigen Perioden auf den Wert

$$\frac{\sqrt{2} \times \text{Nennspannung}}{\text{Streureaktanz}}$$

und von diesem nach einer Exponentialkurve auf den Dauerwert

$$\frac{\sqrt{2} \times \text{Nennspannung}}{\text{verminderte Synchronreaktanz}}$$

ab. Zu beachten ist, daß die verminderten Reaktanzwerte keine eigentlichen Maschinenkonstanten sind, sondern sich mit dem magnetischen Zustande verändern.

[3] ETZ 1930, S. 194.
[4] Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47, S. 514 (1928).
[5] Mandl, „Elektrische Hochleistungsübertragung", (Verlag Julius Springer, Berlin 1932) benutzt die Bezeichnungen „Anfangswert der resultierenden Streuung" und „Endwert der resultierenden Streuung".

Digitized by Google

Das Ätznatron-Element.

Von Ing. R. Ziegenberg, Berlin.

Übersicht. Primärelemente haben sich mit Ausnahme der für Schwachstromzwecke noch heute allgemein benutzten Braunsteinelemente wenig in die Praxis einführen lassen wegen großer grundsätzlicher Schwierigkeiten, wie schnell abfallende Spannung, Selbstentladung, umständliche Wartung, geringe Betriebsicherheit, hohe Betriebskosten, so daß man zur Erzeugung mittlerer Elektrizitätsmengen in Niedervoltanlagen heute meist den transportablen Akkumulator benutzt. Das Ätznatron-Element, System Carbone, mit Luftsauerstoff-Depolarisation beseitigt fast in jeder Richtung die vorerwähnten Nachteile und stellt dadurch vor allem für Sicherheitsanlagen eine mindestens gleich brauchbare Stromquelle wie der Akkumulator dar.

Die Entwicklung der galvanischen Elemente hing von Anbeginn ihrer praktischen Anwendung eng mit dem Problem der Depolarisation zusammen. Der bei Lösung des Zinkes entstehende und sich an der positiven Elektrode niederschlagende, sie „polarisierende" Wasserstoff muß dort durch irgendein Mittel mechanisch oder chemisch beseitigt oder gebunden werden, soll das Element ohne wesentliche Erhöhung seines inneren Widerstandes dauernd und gleichmäßig Strom liefern. Fast ausnahmslos bedient man sich hierzu der chemischen Bindung des Wasserstoffs durch an der positiven Kohle entstehenden oder vorhandenen Sauerstoff, der von irgendeinem geeigneten Körper, dem „Depolarisator", abgegeben wird und sich mit dem Wasserstoff zu Wasser verbindet. Der betreffende Depolarisator soll gleichmäßig wirken, um eine möglichst konstante Spannung und Stromstärke zu erhalten, er soll den inneren Widerstand des Elementes nicht übermäßig erhöhen und soll nur bei Stromerzeugung wirken, um keine Selbstzersetzung und Selbstentladung des Elementes herbeizuführen und dadurch seine Betriebsicherheit zu vermindern — ein gerade bei der praktischen Anwendung des galvanischen Elementes in der Fernmeldetechnik und bei elektrischen Sicherheitsanlagen ausschlaggebendes Moment; er soll schließlich möglichst billig und leicht zu erneuern sein. Man verwendete starke Säuren und Bleisuperoxyd in den älteren Starkstromelementen, Kupferoxyd in den sog. alkalischen Elementen und schließlich Braunstein, Mangansuperoxyd in den meist verbreiteten Kohle-Zink-Elementen des Leclanché-Typs, ohne indessen mit allen diesen Verfahren eine irgendwie vollkommene Lösung dieser Aufgabe zu erzielen. Nach dem Sprichwort „Not macht erfinderisch" brachte dann der Krieg eine — bis auf einige mehrere Jahrzehnte zurückliegende primitive Ansätze — vollkommen neue und elegante Lösung durch Nutzbarmachung des Luftsauerstoffs. Prof. Féry konstruierte in Frankreich während des Krieges das nach ihm genannte Luftsauerstoff-Element, das seither in Frankreich in vielen Hunderttausenden von Exemplaren für Schwachstromzwecke in Gebrauch steht. Andere Firmen, so die Carbone AG. in Frankfurt a. M. und Berlin, nahmen diese Studien ebenfalls auf und bauten dem Féry-Element im wesentlichen gleichartige Luftsauerstoff-Elemente mit gleich günstigen Eigenschaften, als deren wesentliche hervorzuheben sind hohe Kapazität (Leistung in Amperestunden), praktisch keine Selbstentladung, sehr gleichmäßiger Verlauf der Spannungskurve und, infolge des kostenlosen Depolarisators, geringe Betriebskosten.

Eine weitere Steigerung und Vervollkommnung fast in jedem der genannten Vorzüge hat nun die Firma Carbone AG. in ihrem neuen Ätznatron-Element mit Luftsauerstoff-Depolarisation erzielt, so daß man es schon nicht mehr als ein reines Schwachstromelement ansprechen kann. Das Ätznatron-Element stellt eher ein Mittelding zwischen Schwach- und Starkstromelement dar, das in vielen Fällen den transportablen Akkumulator mit Erfolg ersetzen kann, ihn in mancher Hinsicht sogar übertrifft, in jedem Falle aber eine wertvolle Ergänzung von ihm bildet. Als bisher wichtigste Anwendung ist die im Eisenbahn-Sicherungs- und -Signalwesen zu bezeichnen.

Das Ätznatron-Element arbeitet mit einer hochporösen Spezialkohle und amalgamiertem Zink als Elektroden und einer Ätznatronlösung als Elektrolyten und liefert eine praktisch vollkommen gleichbleibende Spannung von etwa 1,2 ··· 1 V mittlerer Entladespannung entsprechend den Belastungen von 0,5 ··· 3 A. Den wichtigsten Teil des Elementes bildet die positive Kohlenelektrode, die aus einer überaus porösen und nach einem besonderen Verfahren hergestellten zylindrischen Kohle besteht. Sie wird an einem Porzellandeckel befestigt, welcher symmetrisch verteilt vier Öffnungen besitzt, die dazu dienen, der Kohle genügend Sauerstoff zuzuführen und vier an der positiven Kohle angebrachte rote Kennmarken beobachten zu können. Die Anzahl der roten Kennmarken soll andeuten, wie oft die Kohlenelektrode entladen wurde, da sie allgemein nur fünfmal benutzt werden soll. Die Zinkelektrode, aus einem Spezialzink hergestellt, besitzt nach oben zunehmenden konischen Querschnitt, ist amalgamiert und umgibt die Kohlenelektrode in ihrem unteren Teil. Die Stromabnahme erfolgt an der negativen Elektrode durch einen gummiisolierten Kupferdraht, der durch eine Klemmschraube an ihr befestigt ist, wogegen an der positiven Elektrode hierzu die mittlere Befestigungschraube benutzt wird. Der Porzellandeckel wird nach Befestigung der positiven und negativen Elektrode auf das nach außen flach gewölbte Glasgefäß aufgesetzt, das aus alkalifestem und gegen Temperaturschwankungen genügend widerstandsfähigen Glas besteht. Die Höhe des Elementes beträgt etwa 300 mm, Durchmesser 175 mm. Bezüglich der Kapazität des Elementes hat man zwischen der von Zink und Elektrolyt, 500 Ah, und der der positiven Elektrode, 2500 Ah, zu unterscheiden; d. h. während Zink und Elektrolyt nur für eine Entladung, die 500 Ah ergibt, reichen und dann jedesmal erneuert werden müssen, ist die Kohlenelektrode für fünf Entladungen von je 500 Ah verwendbar, besitzt also eine Kapazität von 2500 Ah.

Die Kohle an sich nimmt an der ganzen chemischen Aktion nicht teil, d. h. es wird nichts von ihr verbraucht, die Kapazität von 500 Ah je Entladung wird durch den Elektrolyten begrenzt, da die in der Lösung befindliche Menge Ätznatron fast genau der Menge von Natronzinkat entspricht, die zum Auflösen des sich während der Entladung bildenden Zinkoxyds nötig ist. Werden nun dem Element während der Entladung mehr als 500 Ah entnommen, so kann es vorkommen, daß sich Zinkoxydkristalle auf der Kohle bilden, die nach und nach die Leistungsfähigkeit der aktiven Kohlenfläche vermindern. Die Entladung des Elementes kann mit einer Stromstärke bis zu 2 A ohne Unterbrechung erfolgen, wobei man eine annähernd ebenso gleichmäßige Spannungskurve wie beim Bleiakkumulator erhält, ja bis zu 1 A Dauerbelastung noch von größerer Gleichmäßigkeit. Die Offenspannung des Elementes beträgt etwa 1,5 V, doch geht diese Spannung bei Entnahme eines selbst schwachen Stromes von 0,2 A sofort auf die Klemmenspannung von 1,28 V und bis 1,05 V bei 2 A Entladestrom herab, die das Element dann sehr gleichmäßig während der ganzen nutzbaren Entladung von 500 Ah liefert. Dieser Spannungsabfall ist einmal durch den inneren Widerstand, in der Hauptsache aber durch die sofort bei Stromentnahme einsetzende Polarisation bedingt, die in diesem Falle, da das Element nur mit dem Luftsauerstoff als Depolarisator arbeitet, nicht so intensiv und schnell vor sich geht wie bei den mit stärkeren Depolarisatoren, starken Säuren, Bleisuperoxyd u. dgl. arbeitenden Elementen.

Die Gleichmäßigkeit der Entladungskurve der Dauerentladung eines Carbone-Ätznatron-Elementes AD 218 N ist annähernd dieselbe wie die eines amerikanischen Kupferoxyd-Elementes mit 0,5 und 1 A gleichbleibender Stromstärke, dagegen besitzt das Carbone-Ätznatron-Element eine um rd. 80 % höhere Betriebspannung, wodurch die für eine Batterie bestimmter Spannung nötige Elementezahl und die Anschaffungskosten entsprechend verringert werden.

Das Element kann ohne weiteres mit Stromstärken von 2 A dauernd und mit 3 A mehrere Stunden entladen werden, wenn danach eine längere mehrstündige Erholungspause eingeschaltet wird. Die Klemmenspannung bleibt hierbei entsprechend der Belastung ziemlich konstant, höhere Stromstärken, bespielsweise 4 ··· 5 A, können dem Element während 10 s Arbeitsdauer ohne weiteres entnommen werden, wenn es sich darauf mindestens 90 s

Digitized by Google

erholen kann. Die mittlere Klemmenspannung beträgt für die verschiedenen Strombelastungen etwa:

Belastung	Klemmenspannung (Betriebspannung)
0,2 A	1,28 V
0,5 „	1,20 „
1 „	1,15 „
2 „	1,05 „
3 „	1,02 „

Hervorzuheben ist auch die völlige Geruchfreiheit des Ätznatron-Elementes sowohl beim Ansetzen als auch im Betrieb, wodurch es möglich wird, diese Elemente ohne Bedenken in Diensträumen, Büros usw. aufzustellen.

Die Zinkelektrode bzw. der Zinkring ist innen konisch geformt und derart in das Element eingebaut, daß sich der dicke Teil oben und der dünne unten befindet. Hierdurch werden eine gleichmäßige Stromlinienverteilung und Zinkabnutzung erzielt. Sobald die nur 57 mm hohe Zinkelektrode auf rd. 25 mm Höhe verbraucht ist, ist das Element praktisch entladen und eine Erneuerung in kürzester Zeit erforderlich, wenn auch die Klemmenspannung noch verhältnismäßig hoch ist.

Die positive Kohle besteht aus einer sehr porösen Kohle besonderer Herstellung, die durch das aus der Flüssigkeit hervorragende Ende den Luftsauerstoff in ihren Poren aufnimmt und mit dem Elektrolyten zwecks Depolarisation in Verbindung bringt.

Allgemein kann gesagt werden, daß das Ätznatron-Element in allen den Fällen mit Vorteil anwendbar ist, wo eine konstante oder intermittierende Stromentnahme bis zu 3 Ah täglich vorhanden ist. Es kann ohne Beschränkung seiner Wirkung, ja im Gegenteil sehr vorteilhaft zur Lieferung sowohl von ganz schwachen Strömen, wie etwa in Ruhestromanlagen, als auch kurzzeitig zur Hergabe erheblich höherer Ströme, z. B. zum Abschalten von Schaltmagneten, verwendet werden. Für die Praxis wertvoll ist ferner der Umstand, daß das Element infolge seines Elektrolyten auch bei tiefen Temperaturen, bis zu — 13 ° und tiefer, einwandfrei arbeitet. Da die Elemente bei vielen Anwendungen, so namentlich im Eisenbahndienst, im Freien aufgestellt werden und dort auch im Winter wiederholt bei tiefen Temperaturen zuverlässig arbeiten müssen, ist die Temperaturunabhängigkeit von ausschlaggebender Bedeutung.

Aus praktischen Gründen bringt man die Elemente bzw. die aus ihnen gebildete Batterie meistens in einem besonderen Behälter, Wandschrank o. dgl. unter, um sie namentlich bei Aufstellung im Freien einigermaßen vor den Unbilden der Witterung zu schützen. Bei Festlegung der Abmessungen für den Kasten oder Schrank ist zu berücksichtigen, daß eine gegenseitige Berührung der einzelnen Elemente nicht stattfinden soll; es ist vorteilhaft, den gegenseitigen Abstand mit etwa 8 mm festzulegen.

Während bisher in der Hauptsache die technische Seite dieser neuen Elemente beleuchtet wurde, soll nunmehr untersucht werden, ob das neue Element auch wirtschaftlich mit ähnlichen Stromquellen und auch dem Akkumulator zu konkurrieren vermag. Bei der Wahl einer Schwachstromquelle ist immer deren Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der Anschaffungs- und Betriebskosten zu beachten, da sich in einigen Fällen die Betriebskosten wesentlich höher als die Anschaffungskosten stellen, und in anderen Fällen, wie z. B. beim Trockenelement, die Anschaffungskosten gleich den Betriebskosten zu setzen sind.

Beim Ätznatron-Element liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung derart, daß der Preis einer Amperestunde oder Wattstunde fast ausschließlich durch die Anschaffungskosten bestimmt wird. Wie angegeben liefert das Ätznatron-Element je Entladung 500 Ah, und nach Erschöpfung müssen der Zinkmantel und der Elektrolyt erneuert werden, die zusammen 4,35 RM kosten. Da die positive Kohle fünf Entladungen aushält, so sind die Gesamtkosten für fünf Entladungen in den Anschaffungskosten des Elementes und den Kosten der viermaligen Erneuerung gegeben. Glasgefäß und Porzellandeckel, die, falls sie nicht zerbrechen, laufend benutzt werden können, sind hierbei unberücksichtigt geblieben.

Da nun ein Ätznatron-Element bei Abnahme größerer Mengen 16 RM und vier Neufüllungen 17,40 RM kosten, so stellt sich der Gesamtpreis für fünf Entladungen auf 33,40 RM. Das Element liefert hierfür 2500 Ah oder bei einer mittleren Entladespannung von über 1,15 V, was etwa der Dauerbelastung von 1 A entspricht, rd. 2875 Wh. Daraus ergibt sich der Preis der Wattstunde zu rd. 1,16 Pf. Zu diesem Betrage, in dem nur die verbrauchten Stoffe, Kohle, Zink, Elektrolyt, berücksichtigt sind, kommen noch die Ausgaben für Löhne hinzu, wobei die Lohnstunde mit 1,20 RM angesetzt ist. Die Erfahrung hat zu folgenden Ziffern geführt:

Lohnaufwand für die erste Entladung, d. h. Inbetriebsetzung eines Elementes	30	Pf.
Lohnaufwand für 4 Neufüllungen zu	40	„
Gesamtlohnaufwand für 5 Entladungen	190	„
Lohnaufwand für 1 Wh	0,066	„
Gesamtpreis für 1 Wh	1,23	„

Der sich hieraus ergebende Preis einer Kilowattstunde von 12,30 RM muß in Anbetracht der sonstigen Vorzüge des Elementes als durchaus mäßig bezeichnet werden und ermöglicht seine Verwendung in allen den Fällen, in denen für die angegebenen Zwecke eine zuverlässige vom Netz unabhängige Stromquelle für geringe und mittlere Strombelastungen benötigt wird.

In Fällen, wo die Verwendung eines Akkumulators, der von Zeit zu Zeit an einer benachbarten Ladestation aufzuladen ist, möglich ist, wird die Frage von Wichtigkeit, wenn auch nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, wie hoch sich die Betriebskosten in dem einen oder anderen Falle stellen, ob man den benötigten Strom Ätznatron-Elementen oder Akkumulatoren entnimmt. Hier wird man unter Berücksichtigung der besonderen örtlichen Verhältnisse eine Betriebskostenrechnung aufstellen müssen, wobei wiederum, hier besonders bei dem Akkumulator, die Anschaffungskosten mit den Betriebskosten in engem Zusammenhange stehen. Liegt z. B. die Aufgabe vor, daß die betreffende Stromquelle bei einer Spannung von 12 V täglich im Mittel 1 Ah liefern soll, was praktisch oft vorkommt, so kann man diese Leistung mittels eines Akkumulators verschiedener Kapazität, z. B. von 30, 50, 100 Ah durchführen. Solche Batterien kosten ihrer höheren Leistung entsprechend mehr, reichen zufolge ihrer größeren Kapazität aber auch länger. Je nachdem der betreffende Akkumulator nun alle 4, 7 Wochen oder noch länger aufzuladen ist, werden sich die Transportkosten je Ladung auf der einen Seite verringern, durch die bei längerer Betriebsdauer größere Selbstentladung dagegen wieder höher stellen.

Da man außerdem, um keine Betriebsunterbrechung zu haben, einen Reserve-Akkumulator zur Verfügung haben muß, so stellen sich die Anschaffungskosten von zwei Akkumulatoren natürlich sehr verschieden, je nachdem man eine Batterie von 30 oder z. B. 100 Ah verwendet. Als weitere veränderliche Faktoren kommen in jedem einzelnen Falle noch hinzu, ob Gleich- oder Wechselstrom vorhanden ist und von welcher Spannung, ob die Ladestation sich in kleiner oder großer Entfernung befindet, ob eine geeignete Ladevorrichtung vorhanden ist oder erst besonders beschafft werden muß, ob für den Transport des Akkumulators bequeme Gelegenheit besteht, d. h. ob die Batterie nebenbei mit anderen Sachen zur Ladestation transportiert werden kann oder besonders hingeschafft werden muß. Alle diese und noch andere Faktoren beeinflussen mehr oder weniger den Preis einer Kilowattstunde. Neben diesen technischen und praktischen Punkten werden noch andere Erwägungen wichtig oder gar ausschlaggebend sein, u. zw., ob bei annähernd gleichen Kosten oder nur sehr geringem Unterschied die besonderen Vorzüge des Ätznatron-Elementes nicht doch zu seinen Gunsten den Ausschlag geben, so vor allem die absolute Betriebssicherheit und der Wegfall jeder Selbstentladung.

In dem Ätznatron-Element ist daher eine neue, absolut zuverlässige Gleichstromquelle für kleine und mittlere Spannungen und Stromstärken geschaffen, die es mit dem Blei-Akkumulator — mehr natürlich noch mit dem alkalischen — in elektrischer Beziehung, Gleichmäßigkeit der Spannung, Betriebsicherheit, geringer Selbstentladung, wie in wirtschaftlicher Hinsicht, Anschaffungs- und Betriebskosten nicht nur aufnimmt, sondern ihn sogar in verschiedenen Punkten noch übertrifft. Das Ätznatron-Element ist daher in allen den Fällen, wo kein Netzanschluß oder Ladegelegenheit vorhanden oder in praktisch erreichbarer Nähe ist, der transportable Akkumulator daher ausscheidet, die gegebene Stromquelle.

Über die weitere Entwicklung des Ätznatron-Elementes läßt sich heute noch nichts Abschließendes sagen, da z. Z. noch ausgedehnte Laboratoriumsversuche zwecks Schaffung weiterer Elementtypen von 100 ··· 300 und 1000 Ah im Gange sind, um hierdurch die Anwendungsmöglichkeiten noch ganz wesentlich zu erweitern.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Primärmaschennetz für Gebiete mittlerer Belastung. — Es wird ein Kostenvergleich für Verteilungsanlagen gezogen zwischen dem bisher meist üblichen Radialsystem und dem System mit primärem Maschennetz. Bei den typischen Radialsystemen wird die Unterstation so nahe als möglich beim erwarteten Verbrauchszentrum angelegt, jeder Speiseleiter endet in der Nähe seines Lastzentrums. Im typischen Primärmaschennetz wird die benötigte Transformatorenleistung aufgeteilt und dem Hochspannungs-Maschennetz an seinen Knotenpunkten zugeführt, in ganz analoger Form wie bei dem Maschennetz mit niederer Spannung. Es werden vergleichende Kosten zunächst für ein Versorgungsgebiet von 835 kVA/km² zwischen den beiden Verteilungssystemen aufgestellt. Das untersuchte Gebiet war ein Wohnviertel mit einem kleinen Geschäftsviertel ohne industrielle Belastung. Die Fläche war etwa 5 km² groß mit 4200 kVA Spitzenlast im Winter. Für das Radialsystem war die Versorgung aus einer vollselbsttätigen halbgedeckten Station mit 22/4 kV mit zwei 4000 kVA-Transformatoren angenommen. Beim Primärmaschennetz sollte die Versorgung aus unterirdischen Stationen mit 1500 kVA-Transformatoren erfolgen. Der hier interessierende Kostenvergleich ergibt 100 % für das Primärmaschennetz und 178 % für das Radialsystem. Ein weiterer Vergleich wurde für ein Gebiet mit 170 kVA/km² gemacht. Das Gesamtgebiet beträgt 11,7 km² mit 2000 kVA Bedarf. Die Wirtschaftlichkeit des 4 kV-Maschennetzes erwies sich bei der Durchrechnung größer als beim Radialsystem. Es handelt sich ebenfalls um ein Wohngebiet mit etwas Geschäftsbelastung. Der Kostenvergleich ergibt beim Radialsystem 135 %, beim Maschennetz mit unterirdischen Stationen 118 %, mit normalen Stationen in Gebäuden 107 %, mit Freiluftanordnung 100 %.

Der Relaisschutz entspricht bei den 4 kV-Maschennetzen dem bei Niederspannungsnetzen üblichen. Kontaktthermometer schützen bei Überlastung, Sammelschienen-Differentialschutz schaltet sämtliche Schalter beim Sammelschienenschluß ab. Der Schutz der Verbindungsleitungen geschieht durch zeitabhängige Überstromrelais mit anomal großer Zeitverzögerung.

Zusammenfassend werden die Vorteile des Maschensystems gegenüber dem Radialsystem dargestellt durch Materialersparnis, bessere Kupferausnutzung, kleinere Ölschalter-Beanspruchung, bessere Regelung, kleine normalgängige Transformatoren, leichte Vergrößerungsmöglichkeit, kleinere Verluste, kleineren Platzbedarf, keine 22 kV-Ölschalter, da die Transformatoren direkt gespeist werden. (R. M. Stanley u. C. T. Sinclair, Electr. Engng. Bd. 50, S. 399.) *W. K.*

Näherungsverfahren zur Berechnung von Fernkraftübertragungen. — In der vorliegenden Arbeit unternimmt es der Verfasser, zeitsparende und trotzdem möglichst genaue dimensionslose Formeln zur Berechnung von Höchstspannungs-Freileitungen bis zu 200 km Länge bei einem Verhältnis von ohmschem zu induktivem Widerstand bis zu 0,4 abzuleiten, und schafft so praktische Berechnungsunterlagen zur Nachrechnung der Verhältnisse bei gegebenem Betriebszustand an einem Ende der Leitung sowie zur Festlegung einer günstigen Betriebsweise. An Hand der Durchrechnung eines Beispiels wird gezeigt, daß die durch Verfeinerung von elementaren und durch Vereinfachung von exakten Gleichungen erhaltenen Beziehungen ausreichende Genauigkeit besitzen. (A. v. Timascheff, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3.) *Zrn.*

Apparate.

Ein neuer Feinregelungswiderstand. — Für viele Laboratoriumsuntersuchungen und für mannigfaltige technische Zwecke (Elektroakustik) ist es wünschenswert, einen Widerstand zu haben, der über einen größeren Bereich sehr fein, bis unendlich fein, einstellbar ist. Um diesem Bedürfnis abzuhelfen, ist die in Abb. 1 dargestellte Konstruktion entwickelt worden: Der Widerstandsdraht besteht aus einem biegsamen Konstantanseil *a*, welches auf einer gerillten, drehbaren Trommel *b* aus feuerfestem Material aufgewickelt ist. Anfang und Ende des Widerstandsdrahtes sind an Schleifringe geführt, denen der Strom über Schleiffedern *c*, *d* zugeleitet wird. Zur Stromabnahme dient ein Kontaktrad *e* nach Art einer Seilrolle, über welches das Widerstandseil in einer Acht-Schleife herumgeführt ist. Um die Acht-Schleife gespannt zu halten, ist die Achse *f* des Kontaktrades federnd gelagert. Diese zur Stromabnahme dienende Achse ist durch einen Litzendraht mit der Apparatklemme verbunden. Das Kontaktrad sitzt auf einer geschlitzten, gegen die Achse federnden Buchse. Alle stromführenden Teile werden mit 2000 V gegen Erde bzw. Körper geprüft. Die Isolation genügt somit weitgehend den VDE-Vorschriften. Die Regelung erfolgt durch Drehen des Widerstandskörpers; dabei rotiert das Kontaktrad in entgegengesetzter Richtung wie dieser: das Widerstandsmaterial, das auf der einen Seite aufläuft, wickelt sich auf der anderen Seite wieder ab. Infolge des Dralls der Wicklung des Widerstandseiles versucht der auflaufende Draht, an der kegeligen Fläche des Kontaktrades emporzusteigen und den Radius der Schleife zu vergrößern. Die Drehung bewirkt aber weiterhin einen Zug auf die Schleife, der eine seitliche Verschiebungskraft auf das Rädchen auslöst, welcher das Rädchen sofort nachgibt, bevor der Draht sichtbar auf die eine oder andere Kegelfläche auflaufen kann. Die Achse des Kontaktrades dient als Stromabnehmer. Der Übergangswiderstand zwischen dem Widerstandseil und der Abnahmeachse ist verschwindend klein, denn der Litzendraht liegt über eine Länge von mehreren Zentimetern mit fast seiner halben Oberfläche unter Zug am Kontaktrad an, so daß eine größere Berührungsfläche vorhanden ist als bei den besten Schieberwiderständen. Der Übergangswiderstand zwischen Achse und Draht wurde durch Messung des Spannungsgefälles unter hoher Strom-

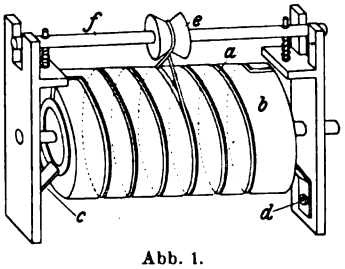


Abb. 1.

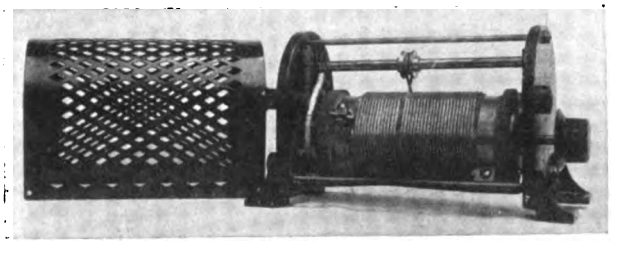


Abb. 2.

belastung des Abnehmers bestimmt: Die gemessenen Schwankungen waren kleiner als $^1/_{5000}$ Ω. Eine Reibung der sich kreuzenden Seilstücke der Acht-Schleife ist durch besondere Profilierung des Kontaktrades vermieden. Der Innendurchmesser der Seilrolle wurde so bemessen, daß eine Verlängerung des Seiles infolge Biegebeanspruchung im Betrieb nicht zu befürchten ist. Dieser Widerstand (Abb. 2) wird in verschiedenen Ohmzahlen und für Belastungen bis 15 A ausgeführt und kann auch auf Wunsch induktionsfrei, mit Bifilarwicklung und doppelt gerilltem Kontaktrad geliefert werden. Wegen seiner Billigkeit empfiehlt sich die Einführung des Apparates (DRP.) in Laboratorien und Prüffeldern. Herstellerin ist die Firma A. Reichardt, Berlin N 31, Brunnenstr. 39. *v. Ld.*

Niederspannungs-Hochleistungsicherungen der SSW. — In der Mitteilung in der ETZ 1932, S. 954, über „Drehstrom-Kabelkästen ohne Vergußmasse im Sicherungsraum" der Siemens-Schuckertwerke sind auch ihre Niederspannungs-Hochleistungsicherungen erwähnt. Da die Angaben über diese N-H-Sicherungen sehr kurz sind, möchte ich einige ergänzende Ausführungen machen.

Digitized by Google

Die Abb. 3 ··· 6 zeigen die neuesten Ausführungsformen der Sicherungspatronen mit aufgepreßten Kappen. Die Patrone hat entweder Schraubkontakte mit 110 oder 125 mm Stichmaß zur Befestigung auf Kontaktklötzen oder zum Einsetzen in die gebräuchlichen Griffsicherungen (Abb. 3 u. 4) oder Messerkontakte zum Einsetzen der Patrone mittels der abnehmbaren Griffzange (Abb. 5 u. 6). Gerade diese Ausführung eignet sich wegen ihrer geringen Bauhöhe und der Abnehmbarkeit der Griffzange besonders gut zum Einbau in vorhandene Kabelkästen. Schraubkontakte und Messerkontakte sind versilbert, um geringe Übergangswiderstände zu gewährleisten. Die Sicherungspatronen werden in zwei Größen als Type R 1212 mit 50 mm und Type R 1213 mit 62 mm Kappendurchmesser hergestellt. Jede dieser beiden Typen, die sich lediglich hinsichtlich der Schaltleistung unterscheiden, ist mit flinker (f), träger (t) oder selektiver (s) Auslösecharakteristik

Abb. 3. N-H-Sicherungspatrone mit Schraubkontakt.

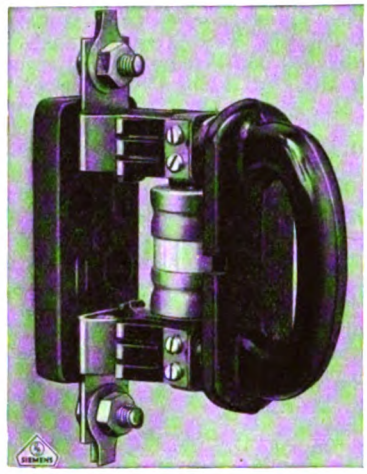


Abb. 4. N-H-Griffsicherung.

Abb. 5. N-H-Sicherungspatrone mit Messerkontakt im Unterteil.

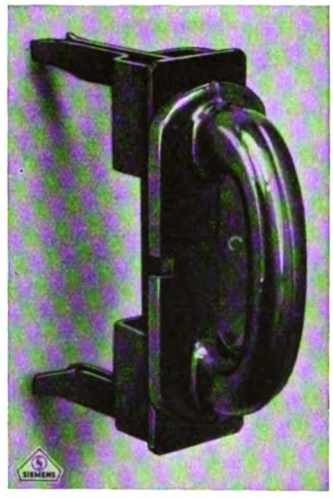


Abb. 6. Griffzange.

lieferbar. Damit können sie zur sicheren selektiven Abschaltung sowohl in Stichleitungen als auch in vermaschten Netzen verwendet werden im Gegensatz zu Streifensicherungen, die wegen zu langer Löschzeit keine Selektivität gewähren[1].

Die N-H-Sicherung unterbricht als geschlossene Patrone ohne Schaltfeuer. Die Schaltleistungen sind erheblich größer als früher angegeben. Sie liegen bei Betriebsspannungen bis 380 bzw. 220 V Wechselspannung zwischen $25 \cdots 40\,kA_{eff}$ für die flinke und träge Ausführung der beiden Typen und zwischen $20 \cdots 25\,kA_{eff}$ für die selektive Ausführung. Es wird besonders darauf hingewiesen, daß diese Abschaltströme in Effektivwerten angegeben sind.

Die feuerlos schaltende N-H-Sicherung ist der gegebene Ersatz für die offene Streifensicherung, die beim Durchschmelzen durch ihre Metalldämpfe häufig zu schweren Beschädigungen der Kabel- und Verteilungskästen, u. U. sogar zu weiteren Kurzschlüssen Anlaß gibt. Ferner begrenzt sie die Betriebstörungen örtlich und zeitlich durch ihre Selektivwirkung. Sie erspart damit dem Abnehmer und dem Elektrizitätswerk Zeit- und Geldverlust. Durch die gedrängte Bauart der N-H-Sicherung ist dafür gesorgt, daß sie auch in älteren Anlagen die Streifensicherung ersetzen kann. A. Kühns.

[1] Vgl. Diskussionsbeitrag Besold, ETZ 1932, S. 731/32

Meßgeräte und Meßverfahren.

Vibrationsgalvanometer mit weitgehender Frequenzunabhängigkeit. — Das Vibrationsgalvanometer hat, wenn die Dämpfung nicht zu groß ist, eine sehr scharfe Resonanzkurve. Frequenzschwankungen von 1 % bewirken Schwankungen des Ausschlags von 100 % und mehr. Schaltet man aber vor das Galvanometer einen Kondensator, der mit der Selbstinduktion des Galvanometers einen Schwingungskreis bildet, so kann man die Resonanzfrequenz dieses Schwingungskreises etwas gegen die Resonanzfrequenz des Galvanometers verschieben und erreicht dadurch bei geeigneter Wahl eines Vorschaltwiderstandes zwischen den beiden Frequenzen nahezu konstanten Ausschlag. Die genauere Theorie zeigt, daß die Nadel durch Verwendung eines geeigneten Stahles möglichst hoch magnetisiert sein muß und daß das magnetische Feld an der Stelle der Nadel durch großen Eisenquerschnitt des Kernes, kegelförmige Polschuhe und Zusatzwicklungen auf den Polschuhen möglichst hoch gebracht werden muß. Die Größe des Frequenzgebiets konstanten Ausschlags läßt sich durch Einschaltung von Selbstinduktion vor und parallel zum Galvanometer einstellen, wobei die Empfindlichkeit der Instrumente sich erhöhen läßt. Bei einer Nadelfrequenz von 241 Hz ergab sich ohne zusätzliche Selbstinduktion eine Breite des frequenzunabhängigen Gebiets von 14 Hz bei einem Ausschlag von 0,12 des maximalen Ausschlags ohne eingeschaltete Kapazität. Bei Parallelschaltung einer Selbstinduktion von 1,2 H zur Selbstinduktion des Galvanometers, die 6,8 H betrug, umfaßte das frequenzunabhängige Gebiet 2,1 Hz bei einem Ausschlag von 1,2. (W. Meißner u. U. Adelsberger, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 102 u. 143.) *Br.*

Ein neuer Schleifenoszillograph. — Bei Neuausführungen von Schleifenoszillographen ist durchweg der früher übliche Elektromagnet durch ein Dauermagnetsystem ersetzt worden. Während aber bei einigen Bauarten jede Meßschleife ihren eignen Dauermagneten hat, ist bei dem neuen Schleifenoszillographen von Blondel ein gemeinsamer Dauermagnet für 3 Meßschleifen vorgesehen. Die Ausführung ist aber so gehalten, daß auch ein Elektromagnet eingebaut werden kann. Neu an der Schleifenbauart ist, daß man die Schleifenspannung mit einer Stellschraube während der Versuche ändern kann. Der Oszillograph hat keinen Vieleck-, sondern einen Schwingspiegel, der durch einen von Hand anzuwerfenden Synchronmotor angetrieben wird. Beim jedesmaligen Rückkippen des Schwingspiegels wird die Beleuchtung der Schleifenspiegel selbsttätig unterbrochen. Der Motor kann mit voller und halber Drehzahl laufen. Da ein schwingender Spiegel vorhanden ist, steht das lichtempfindliche Papier bei der Aufnahme der Oszillogramme fest. Es lassen sich Augenblickaufnahmen von 2 aufeinander folgenden Perioden oder auch Daueraufnahmen mit längerer Belichtungszeit herstellen. Außerdem sind Aufnahmen auf fortlaufenden Streifen lichtempfindlichen Papiers möglich. Die dazu gehörende Kassette wird durch einen besonderen Motor über einen Riemen angetrieben. Die ablaufende Papierlänge ist einstellbar und wird durch ein Zählwerk angezeigt. Gleichzeitige Beobachtung bei photographischer Aufnahme ist nicht möglich. Als Lichtquelle ist entweder eine überlastbare Glühlampe oder eine Bogenlampe vorgesehen. Eine Akkumulatorenbatterie von 4 Zellen ist als Hilfstromquelle für die Betätigung des Unterbrechers der Spiegelbeleuchtung erforderlich. Für die Zeiteichung ist eine elektrisch erregte Stimmgabel vorhanden, deren Spiegelchen vom Nebenlicht einer Meßschleife beleuchtet wird.

Für ballistische Untersuchungen werden Schleifen mit einer Eigenschwingungszahl von 12 000 Hz verwendet. Oszillogramme werden auf umlaufender Trommel (bis zu 50 m/s) aufgenommen. Elektrokardiogramme können bei Verwendung eines Widerstandverstärkers mit gewöhnlichen hochempfindlichen Meßschleifen aufgenommen werden. Für die Aufzeichnung von Störungsvorgängen in Hochspannungsnetzen ist ein völlig selbsttätiger Oszillograph entwickelt worden. Er hat eine Glühlampe für 6 V

Digitized by Google

und 16 A als Lichtquelle. Das lichtempfindliche Papier ist 15 cm breit und rollt von einer Vorratstrommel ab. Die Trommel dreht sich im ungestörten Betrieb des Netzes mit der gleichbleibenden Geschwindigkeit von 0,2 U/s. Mit einsetzender Störung wird durch verzögerungsfreie Relais die Lampe überlastet und die Ablaufgeschwindigkeit des Papiers erhöht. (J. Vassillière Arlhag, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 669.) *Gd.*

Heizung. Öfen.

Hochfrequenzöfen. — Pölzguter und Broglio berichten im Anschluß an eine frühere Arbeit von Broglio über weitere Erfahrungen mit eisenlosen Induktionsöfen für Stahlherstellung. Die Arbeit von Broglio wurde hier schon besprochen[1]. Sie beschreibt einen 300 kg-Ofen, der von einem 2000 Hz-Generator gespeist wird. Pölzguter beschreibt 2 Öfen mit 500 und 1000 kg Fassungsvermögen, die abwechselnd an die gleiche elektrische Anlage angeschlossen werden (Generator 300 kW, Motor 450 kW; 500 Hz). Broglio arbeitete früher mit luftgekühlten Kondensatoren, ging aber dann wegen nicht zufriedenstellender Ergebnisse auf wassergekühlte über, während Pölzguter mit seinen luftgekühlten gute Erfahrungen gemacht hat.

In bezug auf Tiegel gingen die beiden Verfasser wesentlich verschiedene Wege: Broglio verwendet Tiegel[1] nach DRP. 423 715, bei denen der ganze Zwischenraum zwischen Tiegelinnenfläche und Spule gesintert wird, während Pölzguter mit Hilfe einer Vorrichtung eine Masse einstampft, die auch vor dem Sintern sich selbst trägt; nach dem Sintern wird sie durch trockene Masse (die nicht sintert) von der Spule getrennt. Die Haltbarkeit des Tiegels gibt Pölzguter mit 70, Broglio mit 80 Schmelzen an, die Herstellungsdauer Broglio nach vielen Vereinfachungen mit 1 h (früher mit 9, dann 4), Pölzguter mit 12 h (während z. B. nach Pölzguter Lichtbogenöfen 70 h zur Auswechslung des Ofenfutters erfordern). In Amerika arbeitet man, wie Roland in der Diskussion hervorhob, mit fertigen Tiegeln, die von der Ofenspule durch nachträglich eingebrachte Isolierstoffe getrennt sind.

Bezüglich Stromverbrauch, namentlich im Vergleich zu anderen Stahlerzeugungsmitteln, wurde folgendes berichtet: nach Pölzguter braucht ein 500 kg-Lichtbogenofen (Einschmelzen und Feinen) etwa 1100 kg/t, dagegen der eisenlose Induktionsofen gleichen Fassungsvermögens 850 kWh/t = 77 %); bei 1000 kg Fassungsvermögen lauten die entsprechenden Zahlen: 950 kWh/t; 800 kWh/t; 84 %. — Das Ausbringen einer Ofeneinheit von 500 kg Fassungsvermögen beträgt: 0,16 t/h beim Lichtbogenofen, 0,34 t/h beim Induktionsofen; bei der 1000 kg-Einheit: 0.25 t/h und 0,41 t/h. Broglio ermittelte für einen Chromstahl mit 1,5 % C und 1,5 % Cr folgende Zahlen:

Wärmeverbrauch in 10^6 kcal/t:

Gasgefeuerter Herdtiegelofen	3,65
kleiner Siemens-Martinofen	2,50 ··· 2,80
großer „ „ (Generatorfeuerung)	1,40 ··· 2,00 (Stahl in Handelsgüte)
„ „ „ (Mischgasfeuerung)	1,00 ··· 1,50 (Stahl in Handelsgüte)
Lichtbogenofen	0,75 ··· 0,90 (Stahl verschiedener Güte)
kernloser Induktionsofen	0,61 (Chromstahl wie oben)

In den Vorträgen und der Aussprache über die metallurgische Seite der neuen Öfen wurde einmal darauf hingewiesen, daß man Erfahrungen von kleinen Öfen auf große nicht übertragen kann. Da zur Herstellung im Großbetrieb noch größere Einheiten nötig sein werden, können noch keine endgültigen Aussagen über die Brauchbarkeit der eisenlosen Induktionsöfen zur Stahlherstellung im Großen gemacht werden. In diesem Zusammenhang ist besonders darauf hinzuweisen, daß sich ein eisenloser 5 t-Induktionsofen im Bau befindet. Heute scheint die Meinung zu überwiegen, daß der Ofen nur als Umschmelzofen wirtschaftlich arbeiten kann. (Pölzguter u. Broglio, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 513, 605, 635.) *Pk.*

[1] Stahl u. Eisen Bd. 50, S. 617 (1930) Bericht: ETZ 1931, S. 875

Bahnen und Fahrzeuge.

Bremsanordnung bei 30 neuen Triebwagen der Untergrundbahn Berlin. — Auf der E-Linie im Untergrundbahnnetz Berlin sind 30 Triebwagen mit elektrischer Kurzschlußbremse als Gebrauchsbremse und mit Getriebebremse als Notbremse seitens der AEG ausgestattet worden. Bei der Kurzschlußbremsung werden die vier Motoren jedes Wagens durch Rückdrehen der Kurbel über Null von der ersten Bremsstellung ab so umgeschaltet, daß sie als Generatoren arbeiten und Strom in die Bremswiderstände liefern. Die Umschaltung auf Generatorwirkung erfolgt durch einen Bremswender; die stufenweise Abschaltung der Bremswiderstände vermitteln die auch für das Anfahren verwendeten Schütze. Die Schaltung erfolgt in 7 Stufen von Hand. Der Führer kann dadurch die Bremsung nach Bedarf regeln. Die 7 Bremsstellungen sind in Abb. 7 wiedergegeben, wie sie durch den Bremswender bewirkt werden. Die Bremswiderstände, die auch zum Anfahren dienen, bestehen aus hochwertigen Widerstandsspiralen. Die Stundenleistung der Motoren ist wegen der regelmäßigen Mitbenutzung beim Bremsvorgang von 50 kW auf 67 kW erhöht. Ein Hauptvorzug der elektrischen Bremsung gegenüber einer Bremsung, bei der gußeiserne Bremsklötze an die Radbandagen gedrückt und dabei zerrieben werden, liegt in dem Fortfall des metallischen Bremsstaubes, der sich besonders in den Bahntunneln auf Wagen und Oberbau schlecht auswirkt. Dieser Vorzug wird auch erreicht, wenn man Asbest-Bremsbeläge mit Hilfe von Druckluft mit entsprechendem Druck auf polierte Bremsscheiben drückt. Diese Bremsart ist bei den übrigen neuen Triebwagen der Berliner Verkehrs-AG., die auf der E-Linie verkehren, angewendet.

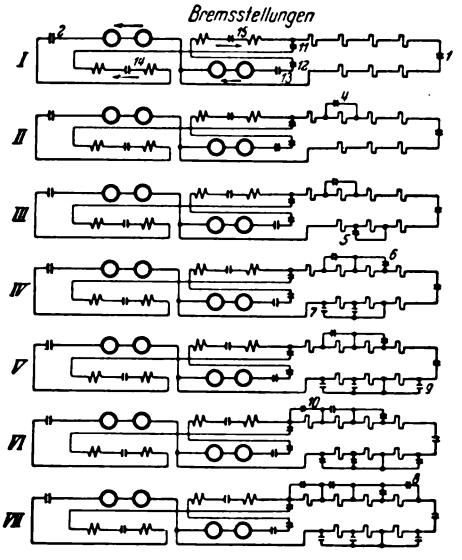


Abb. 7. Schaltstufen der elektrischen Kurzschlußbremse als Gebrauchsbremse.

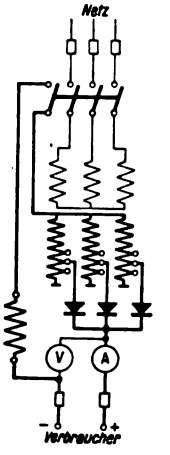


Abb. 8. Schaltung einer Ladestation mit Trockengleichrichtern.

Die Getriebebremse wird durch eine Sperrung, die unter dem Einfluß eines Sperrmagneten steht, in Lösestellung gehalten. Der Magnet erhält seinen Strom über den Fahrstrom, so daß bei Unterbrechung desselben wie beim Loslassen der Schaltkurbel des Führerschalters, die mit Totmann-Einrichtung versehen ist, beim Ziehen eines Notbremsgriffes, bei Zugtrennungen die Getriebebremse selbsttätig in Wirkung tritt. Dies würde auch der Fall sein beim Durchfahren stromloser Stellen an Weichen und Kreuzungen wie beim Ausbleiben der Netzspannung. Um hier ein Ansprechen der Getriebebremse zu verhindern, ist der Sperrmagnet mit einer zweiten Wicklung versehen, die sich bei ausbleibender Netzspannung selbsttätig an eine 12 V-Batterie legt. Diese ist eine Deac-Stahl-Akkumulatorenbatterie H. 3218 mit 10 Zellen, Type FBC. 12 H der Deutschen Edison-Akkumulatoren Company. Ihre Kapazität beträgt 50 Ah, der Entladestrom 13 A bei 12 V. Diese Akkumulatoren zeichnen sich durch geringes Gewicht im Verhältnis zu ihrer Leistung und hohe Widerstandsfähigkeit gegen Erschütterungen aus.

Die Ladung der 12 V-Batterien erfolgt in der Betriebswerkstatt Friedrichsfelde in einer von den SSW eingerichteten Ladestation, die mit Trockengleichrichtern (Kupferoxydul-Gleichrichtern) ausgestattet ist. Die Schaltung ist

Digitized by Google

aus Abb. 8 ersichtlich. Jeder der drei Gleichrichter liegt an einer Phase des 380 V-Drehstroms mit 50 Hz. Der Höchstladestrom beträgt 18 A bei 15 V. Ein Amperemeter für jeden Gleichrichter wie ein auf jeden Gleichrichter schaltbares Voltmeter ermöglichen die Kontrolle über die Ladung. Mit einem Schiebewiderstand ist die Ladespannung regelbar. Auf der Gleichstromseite ist eine Drosselspule vorgesehen, die zur Glättung des Ladestromes und gleichzeitig zur Verbesserung des Wirkungsgrades dient. In der zweiten Hälfte des Ladevorganges geht die Ladestromstärke von selbst bis auf 50 % der normalen zurück. Zu diesem Zeitpunkt kann der Gleichrichter mit Batterie durch Handschalter vom Netz getrennt werden. Diese Abschaltung kann auch mit selbsttätig arbeitendem Schalter erfolgen. Die weitere Entwicklung dieser Trockengleichrichter hat neuerdings zu Ladegleichrichtern für Elektrokarren-Batterien, z. B. für 40 V, 20 A oder für 80 V, 20 A geführt. *Pge.*

Bergbau und Hütte.

Elektrische Lokomotiven für Kokereien. — Bei den älteren Kokereianlagen erfolgte die Beschickung der Öfen von Hand und das Ablöschen des ausgedrückten Kokses in freier Luft durch Abspritzen mit Wasser mittels eines Schlauches. Dieses Verfahren war recht kostspielig. Bei den in den letzten Jahren erbauten Kokereien, die in einer Ausdehnung bis zu 90 Öfen mit einem Fassungsvermögen von fast 20 m³ je Ofen erbaut werden, spielt sich der Vorgang so ab, daß die Öfen zunächst mittels eines Kokswagens beschickt werden. Nach dem Brande wird der glühende Koks durch eine Koksausdrückmaschine aus den Öfen herausgedrückt und fällt in einen Kokswagen. Dieser Kokswagen hat eine Aufnahmefähigkeit von 50 bis 65 t und wiegt brutto 60 ··· 80 t. Durch eine elektrische Lokomotive wird der Kokswagen unter einen Löschturm gefahren und zum Ablöschen des Kokses ausgiebig mit Wasser bebraust. Darauf wird der Kokswagen mit dem abgelöschten Koks zu einer Entladestelle gefahren, wo der Koks nach Öffnen der Türen des Kokswagens entweder in Bunker oder auf einen Schrägaufzug fällt und von hier aus zum Versand verladen werden kann. Die elektrische Lokomotive zum Schleppen dieser Kokswagen muß folgende Forderungen erfüllen:

1. Langsames Fahren vor den Öfen beim Koksausdrücken, wobei die Geschwindigkeit 12 m/min = 0,72 km/h normal nicht überschreitet;
2. schnelles Fahren von den Öfen bis zum Löschturm, wobei die Geschwindigkeit 13 km/h erreicht;
3. schnelles Fahren von dem Löschturm bis zur Entladestelle mit der Geschwindigkeit von 13 km/h;
4. Ausladen des Kokses in den Bunker oder auf den Schrägaufzug durch getrennte oder gleichzeitige Öffnung der Türen des Kokswagens und u. U. langsame Verstellung des Wagens, um ein einwandfreies Ausladen bei einer von Fall zu Fall zu bestimmenden Geschwindigkeit zu erzielen;
5. Schließen der Türen des Kokswagens und schnelle Rückfahrt bis zur Ofenbatterie.

Dieser gesamte Arbeitsvorgang wird 5 ··· 6mal in der Stunde wiederholt. Um den besonderen Bedingungen dieses Arbeitsprogramms zu genügen, haben die „Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi" 2 Typen für den elektrischen Traktor ausgebildet:

1. eine Drehstromlokomotive für Spannungen von 220, 380, 440 und 500 V,
2. eine Gleichstromlokomotive für Spannungen zwischen 220 und 600 V. Die Spurweite beträgt bei beiden Typen im allgemeinen 1435 mm.

Der mechanische Teil der Lokomotive ist mit Rücksicht auf die hohen Anforderungen, die an seine Festigkeit gestellt werden, besonders kräftig gebaut. Das Gewicht der betriebsfertigen Lokomotive beträgt etwa 18 t. Die Bauart der Lokomotive weicht insofern von der sonst üblichen ab, als das Führerhaus nicht unmittelbar auf den Lokomotivrahmen aufgesetzt wird, sondern erhöht aufgebaut ist (Abb. 9), so daß die Fußbodenhöhe über Schienenoberkante etwa 2,2 ··· 2,5 m beträgt. Diese Bauform ergab sich aus der Forderung, daß der Lokomotivführer nicht nur die Gleisanlage gut übersehen, sondern auch beim Beladen des Kokswagens freie Sicht in den Wagen haben sollte, um die gleichmäßige Verteilung des Kokses im Wagen und das Entleeren desselben beobachten zu können. Um dieser Forderung zu genügen, ist außerdem in Höhe des Führerhaus-Fußbodens eine balkonartige Plattform an der Lokomotive angebracht, die vom Führerhaus aus betreten werden kann, um die Ofenanlage und die Vorgänge beim Beladen und Entleeren des Kokswagens überblicken zu können. Der Zugang zu dem Führerhaus erfolgt über eine seitlich angebrachte Leiter. Das Dach des Führerhauses ist gegen die von dem Kokswagen ausstrahlende Hitze innen mit einer 30 mm starken Holzdecke versehen, und aus dem gleichen Grunde sind auch die senkrechten Wände des Führerhauses innen mit isolierenden Asbestplatten belegt.

In dem Raum zwischen dem Führerhaus-Fußboden und dem Rahmen des Untergestells ist bei der Drehstromlokomotive der Antriebsmotor für die Laufachsen aufgestellt. Dieser mantelgekühlte Schleifring-Asynchronmotor mit einer Dauerleistung von 67 PS überträgt sein Drehmoment durch ein Zahnradvorgelege zunächst auf eine Blindwelle und von hier mittels Kurbel und Kuppelstangen auf die beiden Laufachsen. Bei der Gleichstromlokomotive werden dagegen die beiden Laufachsen einzeln durch je einen vollkommen geschlossenen zweiteiligen Bahnmotor von je 31 ··· 40 PS Stundenleistung (je nach Wahl der Spannung) mit einem einfachen Zahnradvorgelege mit einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 5,3 unmittelbar angetrieben.

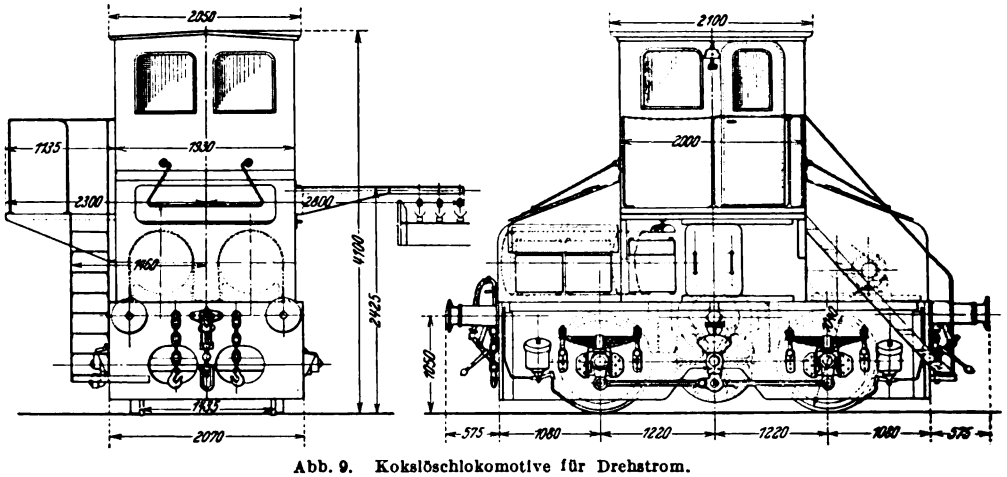


Abb. 9. Koksl öschlokomotive für Drehstrom.

Die Betätigung der Klappen des Kokswagens und der Bremse und Sandstreuer erfolgt vom Führerstand aus durch Druckluft. Die Klappen des Kokswagens können einzeln, aber auch gleichzeitig zum Ausladen des abgekühlten Kokses auf dem Entladekai geöffnet werden. Sie müssen sodann so schnell wie möglich geschlossen werden, damit ein neuer Arbeitszyklus zum Ausdrücken der Öfen sofort vonstatten gehen kann.

Der zur Erzeugung der Druckluft erforderliche Motorkompressor nebst Luftbehälter ist in den Vorbauten untergebracht, die sich an den unter dem Führerhaus befindlichen Raum nach den Stirnseiten der Lokomotive zu anschließen, u. zw. ist der Kompressor stets auf der dem Kokswagen abgekehrten Seite aufgestellt, damit er möglichst nicht durch die von dem Kokswagen ausstrahlende Wärme erhitzt und mit der von Staubteilchen angefüllten Luft umspült wird. In dem dem Kokswagen zugekehrten Vorbau der Lokomotive sind die Druckluftbehälter untergebracht. Die Vorbauten sind durch Deckel oder Türen zugänglich.

Der Kompressor fördert minutlich 1080 l Luft gegen 7 at Druck; der zugehörige Motor hat eine Leistung von 11 PS. Es werden jedoch erforderlichenfalls auch Motorkompressoren für 1300 l, ja sogar für 2300 l/min Luft eingebaut. Das Ein- und Ausschalten des Motorkompressors erfolgt selbsttätig, u. zw. schaltet sich der Motor des Kompressors ein, wenn der Luftdruck im Hauptbehälter auf

Digitized by Google

5 at gesunken ist, und schaltet sich ab, wenn der Luftdruck 7 at erreicht hat.

Die Bremse, die auf alle 4 Räder wirkt, kann sowohl mit Luftdruck als auch mit Hand betätigt werden.

Die Fahrleitung zur Zuführung des elektrischen Stromes ist an den Öfen entlang verlegt. Von hier wird der Strom durch Bügel-, Rollen- oder Schleifschuh-Stromabnehmer, die seitlich an der Lokomotive angeordnet sind, abgenommen. Die elektrische Steuerung der Lokomotive erfolgt durch einen Schleifring-Fahrschalter mit Anlaßwiderständen. Die übrige elektrische Ausrüstung umfaßt einen Überspannungschutz, einen selbsttätigen Höchststromausschalter und eine Beleuchtungseinrichtung für das Führerhaus und die Strecke nebst den zugehörigen Leitungen und Sicherungen.

Seit 1926 sind von der genannten Firma 8 Kokerei-Lokomotiven für Drehstrom und 7 für Gleichstrom geliefert worden. (Ateliers Constr. électr. Charleroi 1932, S. 20.) *A. Pr.*

Fernmeldetechnik.

Zwischenstaatlicher gemischter Ausschuß für Versuche, die den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen betreffen. — Die dritte Volltagung des Ausschusses hat vom 15. bis 21. VII. 1931 in Paris stattgefunden. Der Ausschuß besteht aus 2 Abteilungen. Die erste mit 10 Studienausschüssen untersucht die Fernwirkungen, die durch das magnetische und elektrische Feld von Starkstromanlagen in Fernmeldeleitungen ausgelöst werden; die zweite Abteilung mit 8 Studienausschüssen befaßt sich mit der Frage, wie die Rohranlagen gegen Korrosionen durch Irrströme zu schützen sind und welchen Bedingungen ein Straßenbahnnetz genügen muß, um keinen Anlaß zu solchen Korrosionen zu geben. Die Erörterung der darüber in der zweiten Abteilung aufgestellten Richtlinien hat wegen großer Meinungsverschiedenheiten bisher zu keinem Ergebnis geführt. Dagegen konnte die Arbeit in der ersten Abteilung gefördert werden.

In dieser befaßt sich der 1. Studienausschuß mit der Messung des störenden Einflusses der Starkstromanlagen. Die Brauchbarkeit von Meßverfahren ist geprüft und es sind zahlenmäßige Grenzen für den Fernsprech-Formfaktor der Spannung (d. i. das Verhältnis von äquivalenter Störspannung zur Betriebsspannung) ermittelt worden. Beispielsweise ergaben Messungen in Deutschland für Drehstromanlagen 0,2 % bis 0,65 %, während in Schweden in einem Fall 2 % gemessen wurden. Um solche Ergebnisse vergleichbar zu machen, sollen allgemein anzuwendende gleichartige Meßverfahren ausgearbeitet werden.

Die Untersuchung der durch Gleichrichter hervorgerufenen Fernsprechstörungen (2. Studienausschuß) hat ergeben, daß durch Wellensauger (Filter) die Störungen auf ein Zehntel bis ein Zwanzigstel herabgemindert werden können. Als Filteranordnung wird die Einschaltung einer Begrenzungsdrossel im Fahrstromkreis und parallel zwischen Fahrdraht und Schienen die Einschaltung von vier Resonanzkreisen für die Oberwellen von 300, 600, 900 und 1200 Hz empfohlen. Die neu entwickelten gittergesteuerten Gleichrichter, die wesentlich größere Fernsprechstörungen befürchten lassen, bedürfen in dieser Hinsicht noch der Prüfung.

Die Leitfähigkeit der Schienen kann auf die Größe der EMK, die in Leitungen parallel zu Wechselstrombahnen entsteht, bei geringeren Fahrströmen von großem Einfluß sein (4. Studienausschuß). — In der Schweiz sind bei der Anbringung guter Stoßverbindungen an 1, 2, 3 oder 4 Schienen einer eingleisigen Bahn die in einem Kabel auf dem Bahngelände induzierten Spannungen um 10, 28, 37 und 46 % vermindert worden.

Der 6. Studienausschuß hatte zu prüfen, wie man objektiv die Geräuschspannung messen kann, welches die zulässige Verminderung der Silbenverständlichkeit ist, die durch Starkstromgeräusche in Fernsprechleitungen verursacht wird, und welcher Wert der Geräuschspannung dieser Verminderung entspricht. In Amerika, Deutschland und England ist es gelungen, objektiv messende Geräuschspannungsmesser herzustellen, die das Ohrgewicht der Frequenzen berücksichtigen und die Geräuschspannung direkt in Millivolt anzeigen. Um die zulässige Minderung der Silbenverständlichkeit durch Starkstromgeräusche zu prüfen, hat der Ausschuß den Vorschlag gemacht, Versuche mit bestimmten einzelnen Störfrequenzen (350, 450, 550, 650 Hz) und mit Mischungen dieser und anderer Frequenzen zu machen. Die Ergebnisse sollen die Wirkung von komplexen Geräuschen der im Betrieb vorkommenden Art und die Beziehungen zwischen den komplexen Geräuschen und den Einzelfrequenzen erkennen lassen.

In langen Fernsprech-Freileitungen können durch Erdunsymmetrien Störungen des Fernsprechbetriebs eintreten. Untersuchungen (7. Studienausschuß) haben dargetan, daß es nicht möglich ist, aus der Erdunsymmetrie und einer gegebenen Beeinflussung die an den Enden der Leitung auftretende Geräuschspannung zuverlässig zu berechnen. Die Erdunsymmetrie soll daher miterfaßt werden, indem rein meßtechnisch das Verhältnis zwischen den induzierten Längsspannungen und den Geräuschspannungen ermittelt wird.

Besonders bedeutsam sind die Fragen der Gegeninduktivität (M) und der damit zusammenhängenden Kompensationswirkung. Die Berechnung der Gegeninduktivität setzt die Kenntnis der Leitfähigkeit des Erdbodens σ voraus. Die Versuche des 8. Studienausschusses ergaben, daß es kaum möglich ist, einen allgemein gültigen Wert für σ anzugeben. Es bleibt daher die Aufgabe, diese Größe durch einfache Meßverfahren zu bestimmen. Mehrere Verfahren werden geprüft. Die Kompensationswirkung besteht darin, daß die von Starkstromanlagen in Schienen oder Kabelmänteln erzeugten Induktionsströme eine kompensierende Wirkung auf die gleichzeitig in den Fernsprechleitungen hervorgerufene Spannung ausüben. Diese Wirkung beträgt bei Schienen mit gut leitender Stoßverbindung etwa 50 %, bei Kabelmänteln kann sie vorausberechnet und danach die Kabelbauart gewählt werden.

Der 9. Studienausschuß hatte Schutzgeräte gegen Knallgeräusche zu prüfen. Die Kathodenröhrensicherung verminderte die Wirkung der Knallgeräusche auf etwa 2,2 %, das Gerät Boyé auf etwa 33 %, die deutschen Geräte Kugelfritter, Steidle-Sicherung und AEG-Sicherung auf 0,5 ··· 1 %, auch das Gerät von Dupaquier mit Kupferoxydul-Gleichrichter-Elementen scheint genügend empfindlich zu sein.

Bei Kreuzungen von Fernsprechleitungen mit Höchstspannungsleitungen kann der Einfluß auf die Fernsprechleitungen nicht mehr vernachlässigt werden, seit die Höchstspannungen weit über 100 kV erhöht worden sind. Es sind Formeln zur Berechnung dieses Einflusses entwickelt worden. Die Untersuchungen (10. Ausschuß) werden noch fortgeführt. (P. Jäger, Europ. Fernsprechdienst 1932, H. 30, S. 252.) *Bkm.*

Der neue Großrundfunksender Wien mit Reflektorturm. — Am Bisamberg, einem Bergrücken im Norden Wiens, schreiten die Bauarbeiten am neuen Telefunken-Großsenders rasch voran. Das Sendergebäude ist fertiggestellt und ragt weithin sichtbar ins Donautal. Für die Wahl des Stationsplatzes auf dem Bisamberg lagen besondere Gründe vor. (Das automobilisierte Meßgerät, mit welchem der günstigste Aufstellungsort ermittelt wurde, hat auf der Suche in 7 Monaten nicht weniger als 14 000 km zurückgelegt.) Man hat sich für den Bisamberg entschieden, weil von dort die beste Ausbreitung der Senderenergie nach den westlich gelegenen Bundesländern gegeben ist. Wien liegt bekanntlich nicht im Zentrum des österreichischen Bundesstaates, sondern am östlichen Rande. Es erschien deshalb geboten, den Sender nicht nach allen Seiten gleichmäßig strahlen zu lassen, sondern die Bodenstrahlungen in östlicher und südwestlicher Richtung möglichst zu verstärken. Dies wird herbeigeführt durch die Errichtung eines sogenannten Reflektorturmes, d. i. ein völlig freistehender Eisengitterturm von 130 m Höhe, in einem Abstand von 110 m östlich vom eisernen Antennenturm isoliert aufgestellt. Der Antennenturm, der dem Reflektorturm in seiner Konstruktion und in seinen Abmessungen völlig gleicht, wird durch eine Energieleitung mit dem Sendehaus verbunden. Die ganze Eisenkonstruktion schwingt sowohl beim Antennenturm wie beim Reflektorturm in ¼ Wellenlänge.

Statt der Erdung wird eine Gegengewichtsanlage benutzt, ein weitverzweigtes Kupfernetz (zu welchem 12 km Kupferdraht benötigt wurden), das von 36 kleinen Masten getragen wird.

Digitized by Google

Der neue Telefunkensender ist für 150 kW modulierte Antennenkreisleistung bemessen, arbeitet also mit derselben Energie wie der neue Leipziger Großsender und ist der stärkste Telefunken-Rundfunksender. Er besitzt 7 Stufen, die Modulation erfolgt in der 5. Stufe. Die 1. Stufe enthält die bekannte Kristallsteuerung mit selbsttätiger Temperaturregelung. In der letzten Stufe befinden sich zwei Telefunken-Riesenröhren von je 300 kW Maximalleistung. Zur Kühlung der Senderöhren wird das notwendige Kühlwasser durch Hochdruckpumpen von dem 150 m tiefer liegenden Donautal hergauf befördert und in einer Enthärtungsanlage entsprechend verwendbar gemacht.

Die Kraftanlage des Senders besteht aus drei großen Dieselmaschinensätzen von zusammen 1400 PS Leistung. *T. Pd.*

Bildverkehr mit Argentinien. — Vom 1. XII. 1932 an sind die Gebühren im Bildtelegraphendienst mit Argentinien um 40 Goldfranken/cm² ermäßigt worden. Danach belaufen sich die Gebühren im Bildverkehr Deutschland—Argentinien auf 1 RM, Österreich—Argentinien und Dänemark—Argentinien auf 1,32 Goldfr., Schweden—Argentinien auf 1,36 Goldfr. und Norwegen—Argentinien auf 1,40 Goldfr./cm² bei einer Mindestgebühr für das Bildtelegramm, die nach einer Fläche von 100 cm² berechnet wird. *Gth.*

Energiewirtschaft.

Wirtschaftliche Belastung von Kraftwerken. — Im Parallelarbeiten von Kraftwerken kommt der Lastaufteilung, also dem Verfahren, die Gesamtbelastung bzw. Erzeugung in wirtschaftlicher Weise auf die einzelnen Kraftwerke zu verteilen, außerordentliche Bedeutung zu. Es gibt dafür neben energiewirtschaftlichen nicht zu vernachlässigende betriebstechnische, finanzielle und geschäftstaktische Gesichtspunkte. Den erstgenannten gebührt aber gewöhnlich der Vorrang.

In gleicher Weise, wie der Lastverteiler ganze Stromversorgungsysteme unter seiner Kommandogewalt hat, obliegt jedem einzelnen Kraftwerksleiter die Aufgabe, seine Maschinen und Kessel zur Bewältigung der vom Lastverteiler diktierten Aufgabe wirtschaftlich einzusetzen. Wie aus Ausführungen E. Stahls hervorgeht, kennt die amerikanische Kraftwerkspraxis hierüber etwa 8 Verfahren. Teilweise decken sie sich im Endergebnis; teilweise führen sie über bestimmte Teilbelastungsbereiche zum gleichen Resultat. Sie sind nicht alle gleichwertig. Ob dieser oder jener Weg beschritten wird, hängt vom Vorhandensein ausreichenden Erfahrungs- und Versuchsmaterials der Einzelaggregate, vom Charakter der Tagesbelastung, von der Größenordnung Fernstrom : Ortsstrom, den Ansprüchen an Reserveleistung, der Stabilität der ganzen elektrotechnischen Ausrüstung und nicht zuletzt von der Qualität des Personals ab.

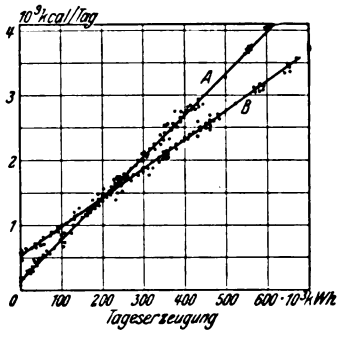


Abb. 10. Wärmeverbrauch in Abhängigkeit von der Tageserzeugung.

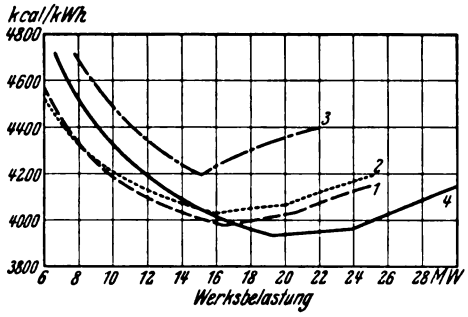


Abb. 11. Wärmeverbrauchslinien von 4 Turbinen.

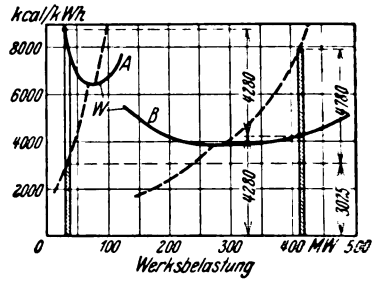


Abb. 12. Lastverteilung zwischen 2 Kraftwerken (*W* = Wärmeverbrauchscharakteristik).

Sehr bekannt ist das durch Abb. 10 wiedergegebene Verfahren, nach dem ohne weiteres festzustellen ist, bis zu welcher täglichen Strommenge das Werk *B* dem Werk *A* überlegen ist und umgekehrt. Es ist sowohl für ganze Werke als auch für einzelne Turbinen und Kessel aufstellbar. Leider gibt es nur 24stündige Durchschnittswerte an, was zur Erreichung des wirtschaftlichen Optimums nicht genügt. Allmählich entstanden daher Belastungsverfahren, die auf den Verlauf der Wirkungsgrad- und Verbrauchskurven von Kesseln, Turbinen, Pumpen, Motoren, Generatoren Rücksicht nahmen, und die vorteilhafteste Belastungsaufteilung zu jeder Tageszeit vorzunehmen gestatten.

Soll die Last beispielsweise auf mehrere Turbosätze mit verschiedenen Dampfverbrauchslinien (Abb. 11) verteilt werden, so ist u. a. das Verfahren nach ausgesteuerten Punkten gebräuchlich. Zuerst wird die wirtschaftlichste Turbine (Nr. 4) bis zum Punkt des niedrigsten Verbrauchs belastet, dann folgen lt. Abb. 11 die Turbosätze *1*, *2* und *3*. Bei allen 4 Sätzen ist also das erste Überlastventil noch geschlossen. Steigt die Last weiter, wird der Turbosatz *4* zunächst bis zur nächsten Ventilöffnung eingesetzt. Dann folgen wiederum erst die anderen 3 Turbinen, bis schließlich bei immer höherer Belastung allmählich die volle Ventilzahl jedes Satzes offen ist.

Den günstigsten Wärmeverbrauchswert liefert jedoch die Lastverteilart, bei der eine Diffentialkurve des eigentlichen Wärmeverbrauchs benutzt wird, um die augenblickliche Veränderung des Wertes kcal/kWh — bei zu- oder abnehmender Belastung — festzustellen. In Abb. 12 handelt es sich beispielsweise darum zu entscheiden, ob das delt es sich beispielsweise darum, zu entscheiden, ob das Belastung zur Deckung der nächsten 1000 kW herangezogen werden muß. Die Wärmeverbrauchscharakteristik *W* spricht anscheinend zugunsten des letztgenannten. Das wäre aber falsch. Denn *A* kann jede folgende kWh mit nur 3025 kcal erzeugen, während im Kraftwerk *B* (aufsteigender Ast der *W*-Kurve) für jedes Mehrkilowatt

Verschiedenes.

Präsidium des Deutschen Normenausschusses. — Die Normungsarbeiten werden heute von der gesamten deutschen Wirtschaft getragen; für ihren umfassenden Charakter sind die kürzlich vom Hauptausschuß vollzogenen Wahlen zum Präsidium des Deutschen Normenausschusses bezeichnend, bei denen folgende maßgebende Persönlichkeiten in ihrem Amt bestätigt oder neugewählt wurden: Prof. Dieckhoff (Woermann- und Deutsche Ost-Afrika-Linie), Prof. Dr. Goerens (Fried. Krupp AG., Essen), Dr.-Ing. E. h. Hammer (Deutsche Reichsbahngesellschaft), Konsul Ernst Kellner (Reichsverband des Deutschen Groß- und Überseehandels), Prof. Dr. Klages (Verein Deutscher Chemiker), Dr. Klein (Schäffer & Budenberg), Dr.-Ing. E. h. Knüttel (Boswau & Knauer AG.), Dr.-Ing. E. h. Nibel (Daimler Benz AG., Stuttgart-Untertürkheim), Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge (Reichspostzentralamt Berlin), Dr.-Ing. E. h. Reuter (Demag, Duisburg). *of*

Ein neues Schreib- und Zeichengerät. — Der Tuschefüllhalter „Pelikan Graphos"[1] vereinigt in sich die Eigenschaften des Füllhalters, der Reißfeder und der Kunstschriftfeder. Auf den an der Spitze des Füllhalters befindlichen, besonders gebauten Tuschezuführer werden auswechselbare Federn aufgeschoben. Mit diesen Federn kann man einmal Zeichnungen in vielen Strichstärken (0,1 ··· 10 mm) gleichmäßig ausziehen, anderseits auch Beschriftungen verschiedenster Art ausführen. Ein besonderer Vorteil des Halters liegt darin, daß die Tusche gleichmäßig und sparsam nachfließt, es gibt auch an Kreuzungen keine Kleckse, die Schrift trocknet rasch und die Tusche an der Federspitze bleibt flüssig. Auch rauhes Papier läßt sich dank der Form der Federn gut beschriften. Für Zirkel wird ein besonderer Einsatz geliefert. Der Pelikan Graphos ermöglicht wirklich flottes Arbeiten und wird daher manchem Techniker willkommen sein. *nkl.*

[1] Hersteller: Günther Wagner, Hannover

Digitized by Google

7805 kcal/h benötigt werden. Ersichtlich bestimmt die Tangente der *W*-Kurve den Wärmeverbrauchszuwachs jeder Zusatz-kWh genauer als die *W*-Linien selber. Ihre Benutzung kann daher durchaus empfohlen werden. Die Werke *A* und *B* sind im gezeichneten Belastungsfall für den Lastverteiler nur dann gleichwertig, wenn das Steigungsmaß der Wärmeverbrauchskurven jeweilig gleich wäre.

Die eben beschriebene Belastungsverteilung ist ohne weiteres auf Einzelaggregate, ganze Werke und Versorgungsysteme anwendbar. Natürlich sind außerordentlich viele Kombinationen in der Zahl der Kessel, Turbinen, Grund- und Spitzenlastwerke usw. möglich. Für die praktische Verwendung sollte man daher 3 ··· 4 Variationen voll durcharbeiten und anwenden. Der Kraftwerksleiter gewinnt somit schnell einen Überblick über den wirtschaftlichen Einfluß anderer Betriebseinflüsse. Immer hat er zwischen folgenden Grundsätzen auszugleichen:

1. Inbetriebnahme genügender Leistung zur Aufrechterhaltung der Versorgungsicherheit,
2. Wahl der wirtschaftlichsten Aggregatezahl und Lastverteilung.

(E. Stahl, Electr. Engng. Bd. 50, S. 722.) *E. Sz.*

AUS LETZTER ZEIT.

Gesellschaft für Elektrische Musik. — Unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Georg Schünemann, Direktor der Staatlichen Hochschule für Musik, Berlin, und Prof. Dr. Gustav Leithäuser vom Heinrich-Hertz-Institut ist jetzt eine „Gesellschaft für Elektrische Musik E. V." gegründet worden. Aufgabe und Ziel dieser Gesellschaft ist die Vermittlung zwischen technischer Wissenschaft und praktischer Musikpflege. In der Öffentlichkeit soll für die zahlreichen neuen Musikinstrumente mit elektrischer Tonerzeugung Verständnis erweckt und die Voraussetzung dafür durch praktische Zusammenarbeit von Technikern und Musikern geschaffen werden. Prof. Dr. Max v. Schillings, Präsident der Akademie der Künste, und Prof. Dr. K. W. Wagner, Direktor des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung, haben das Ehrenpräsidium der neu gegründeten Gesellschaft übernommen. Nähere Auskünfte erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 57, Blumenthalstr. 19.

Umgruppierung in der mitteldeutschen Elektrizitätswirtschaft. — Zwischen der reichseigenen Elektrowerke AG., der Preußischen Elektrizitäts-AG. (Preag) und dem Provinzialverband Sachsen ist ein Übereinkommen getroffen worden, demzufolge die Preag ihre Beteiligung an der Stromversorgungs AG. Weißenfels-Zeitz an den Provinzialverband Sachsen abgegeben hat. Die Transaktion erfolgte, da die Provinz Sachsen vereinbarungsgemäß zu dem Gebiet gehört, in dem die Aufgabe einer Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung den Reichs-Elektrowerken obliegen soll. Die Übernahme der Stromversorgungs AG. Weißenfels-Zeitz beruht auf dem Abkommen zwischen dem Provinzialverband und der Elektrowerke AG., das gemeinsames Vorgehen dieser beiden Gruppen in der Provinz Sachsen in Fragen der Stromversorgung zum Gegenstand hat. Die Provinz Sachsen hat gleichzeitig die Hälfte ihrer Beteiligung an der Überlandzentrale Südharz G. m. b. H. an die Reichs-Elektrowerke abgetreten. Die Beteiligungen der Reichs-Elektrowerke und der Provinz Sachsen an den beiden Unternehmungen belaufen sich nunmehr auf die gleiche Höhe, und zwar bei Weißenfels-Zeitz auf je 37 % des Aktienkapitals in Höhe von 4,5 Mill RM, bei der Überlandzentrale Südharz auf je über 25 % des Kapitals von 6,07 Mill RM.

Lüdenscheider Fusion. — In den Generalversammlungen der Vereinigte elektrotechnische Fabriken F. W. Busch & Gebr. Jaeger A G. und der Lüdenscheider Metallwerke AG., Lüdenscheid, vorm. Julius Fischer & Basse ist die Fusion der beiden Gesellschaften beschlossen worden. Bei diesem Zusammenschluß sind die Vereinigte elektrotechnische Fabriken Busch & Jaeger die aufnehmende Gesellschaft. In der Generalversammlung hat die Verwaltung der Lüdenscheider Metallwerke AG. nochmals darauf hingewiesen, daß ohne die Fusion eine Rentabilität des Unternehmens nicht herbeigeführt werden könne. Das fusionierte Unternehmen firmiert Busch-Jaeger, Lüdenscheider Metallwerke AG.

Kleinautomatenfabrikation - Patentgemeinschaft. — Der seit einiger Zeit auf dem Gebiete der Kleinautomaten (Installations-Selbstschalter in Stöpsel- und Elementform) zwischen den Firmen Allgemeine Elektricitätsgesellschaft, Siemens-Schuckertwerke AG., Stotz-Kontakt, Mannheim (Brown, Boveri-Konzern) und Voigt & Haeffner AG., Frankfurt/M., bestehenden Patentgemeinschaft hat sich jetzt auch die Sursum Elektrizitätsgesellschaft m. b. H. (früher Leyhausen & Co.) in Nürnberg angeschlossen.

Auszeichnung. — Herr Dr.-Ing. Xaver Mayer ist in der 1. Sitzung der Stettiner Stadtverordneten dieses Jahres durch die Verleihung des Ehrentitels Stadtältester ausgezeichnet worden, als Dank für langjährige ehrenamtliche Tätigkeit im Dienste der Stadt Stettin. Herr Direktor Mayer trat im Juli 1911 in die Dienste der damals neugegründeten Kraftwerk Stettin G. m. b. H. ein. Schon nach einjähriger Tätigkeit wurde er zum Direktor und Geschäftsführer ernannt. Auf seine Vorschläge hin beschloß 1913 der Aufsichtsrat der Kraftwerk Stettin G. m. b. H., ein neues Werk im Hafengebiet Stettins zu errichten, das Ende 1914 seinen Betrieb aufnahm. Im Jahre 1914 wurde Herr Mayer in die Hafendeputation gewählt. Im gleichen Jahr erfolgte seine Ernennung zum alleinigen Geschäftsführer der Kraftwerk Stettin G. m. b. H. Im Jahre 1917 erfolgte seine Wahl zum unbesoldeten Stadtrat Stettins. Auf seine Anregung hin wurde in den Kriegs- und Nachkriegsjahren das Kraftwerk Altdammer Straße stark ausgebaut. Im Jahre 1922 wurde unter Mayers Leitung die Kraftwerk Stettin G. m. b. H. in die Großkraftwerk Stettin AG. verwandelt, deren alleiniger Vorstand Herr Mayer heute noch ist. Die Technische Hochschule Darmstadt verlieh ihm 1924 in Anerkennung seiner großen Verdienste um die Elektrizitätsversorgung Deutschlands die Würde eines Dr.-Ing. E. h.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Preisaufgaben der Zeitlers-Studienhaus-Stiftung.

Das Kuratorium der Zeitlers-Studienhaus-Stiftung, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hatte in den Jahren 1930 und 1931 folgende Preisaufgaben gestellt:

1. Entwicklung eines ruhenden Frequenzumformers für 50/16⅔ Hz mit möglichst geringen Störwirkungen auf den Fernsprechbetrieb[1].

[1] ETZ 1930, S. 480, 519.

Der für die Lösung ausgesetzte Preis von 3000 RM wurde geteilt. ⅔ des Preises für die beste Lösung hat Obering. Dr.-Ing. Oskar Löbl, Berlin-Lankwitz, Dillgesstraße 18, erhalten; ⅓ des Preises Dipl.-Ing. Heppner, Berlin-Friedenau, Handjerystr. 67.

2. Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten ruhender elektrischer Kondensatoren[2].

Hierzu lag nur eine Einsendung vor. Die Gutachter haben sie für preiswürdig befunden und die Bewilligung eines Preises von 800 RM vorgeschlagen. Der Preisträger ist Dipl.-Ing. Georg Nauk, Berlin-Waidmannslust, Oraniendamm 12 a.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

[2] ETZ 1931, S. 456, 483

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Vorwort

zu den

„Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.".

Von Prof. Dr. W. Burstyn.

Die vorliegenden Leitsätze sind das Ergebnis einer fast zweijährigen Arbeit des Sonderausschusses „Kondensatoren" der Kommission für Hochfrequenztechnik.

Es hatte sich die Notwendigkeit herausgestellt, einheitliche Bestimmungen für die Kondensatoren der Rundfunkgeräte zu schaffen. Später wurde das Gebiet erweitert, insbesondere durch die Kondensatoren zur Entstörung von netzbetriebenen Geräten jeder Art, in denen Unterbrecher oder dgl. vorkommen, vor allem Elektromotoren mit Kollektor. Besonders zu behandeln waren die „Berührungsschutz-Kondensatoren", die zwar hochfrequente Schwingungen durchlassen, aber andererseits als Isolation gegen das Netz wirken sollen. Hier mußte nicht nur für Durchschlagsfestigkeit gesorgt, sondern bei Wechselstrom auch die Kapazität begrenzt werden, von der ja der Strom abhängt, der möglicherweise durch den Körper einer z. B. ein Motorgehäuse berührenden Person geht. Ausführliche Untersuchungen über die zulässige Stromstärke sind im Gange. Der endgültige Wert — voraussichtlich unter 1 mA — wird im Schlußentwurf der Leitsätze bekanntgegeben werden. Es handelt sich dabei nur um die Schreckwirkung bei leichter Berührung; der Strom an sich ist durchaus ungefährlich.

Kondensatoren altern und zwar je nach der Herstellung verschieden schnell. Die nach kurzem Lagern gemessene Durchschlagsfestigkeit ist daher kein sicheres Maß für die nach einigen Jahren vorhandene. Dennoch mußte von einer längeren Dauerprüfung, die die Lebensdauer eines Kondensators zu beurteilen gestatten würde, sowie von einer Messung der dielektrischen Verluste und der Durchschlagspannung abgesehen werden, weil für einen in so großen Mengen und so vielen Arten hergestellten Gegenstand eine derartige Prüfung wirtschaftlich nicht zu ertragen wäre. Nur für den Isolationswiderstand wurde eine untere Grenze gezogen. Es ist aber zu erwarten, daß die zwei vorgesehenen Prüfverfahren im allgemeinen ausreichen werden.

Von Bauvorschriften ist bewußt Abstand genommen worden, um der noch in dauernder Entwicklung befindlichen Kondensatortechnik keinen Zwang anzutun und sie nicht durch die Leitsätze in bestimmte Bahnen zu drängen. Dennoch waren solche Leitsätze, namentlich im Hinblick auf den Berührungsschutz, nicht länger zu entbehren.

Das Gleiche gilt in erhöhtem Maße für die elektrolytischen Kondensatoren nasser und trockener Bauart, die nach längerem Stillstande der Entwicklung in den letzten Jahren sehr verbessert worden sind und größte Bedeutung erlangt haben. Auch für diese werden voraussichtlich in absehbarer Zeit Leitsätze in Arbeit genommen werden.

Entwurf 1.

VDE 0870/1934.

Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärung.

§ 3. Berührungsschutz-Kondensatoren.

III. Bestimmungen.

§ 4. Bemessung von Berührungsschutz-Kondensatoren.
§ 5. Nennwerte.
§ 6. Bau.
§ 7. Prüfung der Isolierfestigkeit.
§ 8. Werte der Prüfspannungen.
§ 9. Ausführung der Spannungsprüfungen.
§ 10. Feuchtigkeitsprüfung bei Berührungsschutz-Kondensatoren.
§ 11. Messung der Stromaufnahme von Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom.
§ 12. Stichprüfung.
§ 13. In Maschinen oder Geräte fest eingebaute Kondensatoren.
§ 14. Aufschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

[1] Angenommen durch .....19..

Bekanntmachungen.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Erklärungen zu den K.P.I./1928 sind von der Kommission für Installationsmaterial in einigen Punkten ergänzt worden. Diese Ergänzungen haben sich aus den seit Herausgabe der jetzigen Erklärungen gemachten Erfahrungen als notwendig erwiesen.

Eine Sonderausgabe der K.P.I., in der alle seit 1928 vorgenommenen Änderungen der Vorschriften selbst sowie die geänderten Erklärungen aufgenommen sind, ist als VDE 0610 bei der Geschäftstelle des VDE erhältlich.

Besonders wird darauf aufmerksam gemacht, daß die bisherigen Erklärungen zu §§ 35 b), 36 b) durch nachstehenden Wortlaut ersetzt werden:

1. Zu § 35 b). „Unzulässig ist das Verknoten der Leitungen in sich sowie das Festbinden der Leitungen mit Bindfäden, Schnüren u. dgl. am Steckerkörper. Die Anbringung eines Wulstbundes oder einer gleichwirkenden durch Umwickeln oder Verschlingen der Leitung hergestellten Verdickung wurde bisher noch als zulässig angesehen. Zur Aufnahme einer derartigen Verdickung genügten Steckerkörper mit einer einfachen Erweiterung hinter der Einführungsöffnung für die Leitung.

   Da aber nach den gemachten Erfahrungen bei der Montage derartiger Stecker die Verdickungen häufig fortgelassen wurden, wenn der Stecker auch ohne ihre Anbringung gebrauchsfertig gemacht werden konnte, so können derartige einfache Erweiterungen nicht mehr als erkennbares Mittel zum Zwecke der Zugentlastung angesehen werden."
2. Zu § 36 b). „Durch die in § 36 b) geforderte Mehrteiligkeit des Steckerkörpers wird erreicht, daß der Stecker in der Verwendungsform soweit geschlossen ist, daß ausreichender Schutz gegen Feuchtigkeit, Verschmutzung u. dgl. sowie mechanischer Schutz gegen Beschädigung der Anschlußklemmen in den Leitungsadern besteht. Ferner wird der im Innern des Steckerkörpers liegende Leitungsteil hinsichtlich der Zugentlastung und des Anschlusses gegen Lageveränderung und andere schädliche Einflüsse zuverlässig geschützt."

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat durch einen bei ihr gebildeten Sonderausschuß „Kondensatoren" den nachstehend wiedergegebenen Entwurf 1 der

„Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K."

ausarbeiten lassen.

Diese Leitsätze sollen der beschlußfassenden Versammlung 1933 zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 zugeleitet werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. März 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Kondensatoren folgender Gebiete:

a) Fernmelde- und Rundfunkanlagen mit Ausnahme der Anlagen des öffentlichen Verkehres und des Tonfilmes,

b) Enstörung des Rundfunkempfanges.

Diese Leitsätze gelten nicht für Elektrolytkondensatoren.

II. Begriffserklärung.

§ 3.

Berührungsschutz-Kondensatoren.

Berührungsschutz-Kondensatoren sind Kondensatoren, die verhindern, daß der Berührung zugängliche Teile unzulässige Spannungen gegen Erde oder gegen andere, der Berührung zugängliche Metallteile annehmen; dabei ist es gleichgültig, ob die Berührungs-Schutzwirkung Haupt- oder Nebenzweck ist. Als „unzulässige Spannungen" gelten solche über 42 V.

III. Bestimmungen.

§ 4.

Bemessung von Berührungsschutz-Kondensatoren.

Die Nennspannung eines Kondensators muß mindestens gleich der Spannung sein, die ferngehalten werden soll. Bei Hintereinanderschaltung mehrerer Kondensatoren an einer Stelle, an der es auf Berührungs-Schutzwirkung ankommt, muß mindestens einer den Bedingungen für Berührungsschutz-Kondensatoren genügen.

Ein Berührungsschutz-Kondensator darf bei Nennspannung und Nennfrequenz keinen größeren Strom als ... mA durchlassen[2].

§ 5.

Nennwerte.

Die Abweichungen vom Nennwert sollen bei Kapazitäten unter 0,1 µF nicht mehr als ± 20 %, bei Kapazitäten von 0,1 µF und darüber nicht mehr als ± 10 % betragen.

§ 6.

Bau.

Die Nennspannung soll vom Kondensator im Dauerbetrieb ausgehalten werden und zwar bei 50 °, sofern der Kondensator nicht für eine höhere Betriebstemperatur bestimmt ist.

Kondensatoren, die im Einzelhandel vertrieben werden, sollen mit einem mechanisch festen Gehäuse versehen sein.

§ 7.

Prüfung der Isolierfestigkeit.

Die Isolation der Kondensatoren soll folgenden Prüfungen verschiedener Dauer mit Spannungen verschiedener Höhe unterworfen werden:

I. 1 s-Prüfung.

a) zwischen Belag und Belag,

b) zwischen Belag und Gehäuse.

Diese Prüfung erfolgt bei allen Kondensatoren in trockenem und sauberem Zustande als Stückprüfung. Bei Kondensatoren mit Isoliergehäuse wird die Prüfung nach b) als Stichprüfung ausgeführt.

Ist das Gehäuse mit einem Belag dauernd verbunden, so kommt die Prüfung unter b) in Fortfall. Ist kein Metallgehäuse vorhanden, sondern der Kondensator mit einem Isolierstoff fest umgeben, so wird er zur Prüfung unter b) mit Metallfolie fest umwickelt und die Prüfspannung zwischen den Belägen und der Metallfolie angelegt.

II. 1 min-Prüfung.

Die 1 min-Prüfung ist nur zwischen Belag und Belag auszuführen; sie erfolgt als Stichprüfung.

§ 8.

Werte der Prüfspannungen.

Die für die Prüfung anzuwendenden Spannungen richten sich nach der Nennspannung U, für die der Kondensator bestimmt ist (siehe „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V"[3]).

Die 1 s-Prüfung „Belag gegen Belag" erfolgt mit Gleichspannung, die 1 s-Prüfung „Belag gegen Gehäuse" mit der Spannungsart, für die der Kondensator bestimmt ist. Bei Kondensatoren, die für Gleichspannung bestimmt sind, ist U die Nenn-Gleichspannung. Bei Kondensatoren, die für Wechselspannung bestimmt sind, ist zur Ermittlung der Prüf-Gleichspannung für U der Betrag der effektiven Nenn-Wechselspannung einzusetzen.

Die 1 min-Prüfung wird mit der Spannungsart vorgenommen, für die der Kondensator bestimmt ist. Ergeben sich bei der Durchführung mit Wechselspannung Schwierigkeiten, die in der Prüfanlage begründet sind, so kann an Stelle der Wechselspannungs-Prüfung eine Gleichspannungs-Prüfung mit dem 1,5-fachen Betrage der Prüf-Wechselspannung treten. In diesem Falle kann jedoch an einzelnen Kondensatorelementen (z. B. Wickeleinheiten, Schichteinheiten), die denen gleich sind, die zum Aufbau des fertigen Kondensators Verwendung gefunden haben, eine Stichprüfung mit der vorgeschriebenen Prüf-Wechselspannung verlangt werden.

Die Werte der Prüfspannungen sind in Tafel I zusammengestellt.

[2] Der höchstzulässige Wert wird noch festgelegt.

[3] siehe VDE 0176/1932.

Tafel I.

Art der Prüfung	Prüfling	Art der Betriebsspannung	Belag gegen Belag: Höhe der Prüfspannung	Belag gegen Belag: Art der Prüfspannung	Belag gegen Gehäuse: Höhe der Prüfspannung	Belag gegen Gehäuse: Art der Prüfspannung	Dauer der Prüfung
1 s-Prüfung	Berührungsschutz-Kondensatoren	Gleichspannung	6 U mindestens 1,5 kV	Gleichspannung	6 U mindestens 2 kV	Gleichspannung	mindestens 1 s
		Wechselspannung	9 U mindestens 2,25 kV	Gleichspannung	6 U mindestens 2 kV	Wechselspannung	
	Sonstige Kondensatoren	Gleichspannung	3 U	Gleichspannung	4 U mindestens 1,5 kV	Gleichspannung	
		Wechselspannung	4,5 U	Gleichspannung	4 U mindestens 1,5 kV	Wechselspannung	
1 min-Prüfung	Berührungsschutz-Kondensatoren	Gleichspannung	3 U mindestens 1 kV	Gleichspannung	—		1 min
		Wechselspannung	3 U mindestens 1 kV	Wechselspannung			
	Sonstige Kondensatoren	Gleichspannung	2 U	Gleichspannung			
		Wechselspannung	2 U	Wechselspannung			

Digitized by Google

§ 9.

Ausführung der Spannungsprüfungen.

Die Prüfspannung soll elektrisch unmittelbar am Kondensator gemessen werden. Bei der Prüfung ist ein Kondensator von 1 µF den zu prüfenden Kondensatoren parallel zu schalten (siehe Abb. 1). Die Prüfdauer wird vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet.

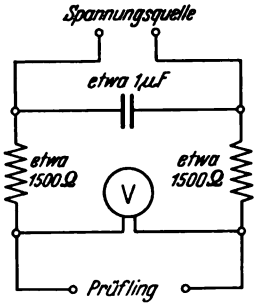


Abb. 1.

Bei der 1 s-Prüfung beträgt die Prüfdauer mindestens 1 s. Die Prüfung ist bei Temperaturen zwischen 10 und 35 ° vorzunehmen.

Bei der 1 min-Prüfung beträgt die Prüfdauer 1 min. Die Prüfung erfolgt bei einer Temperatur von 50 °, nachdem der Kondensator genügend lange Zeit in einem Raum von dieser Temperatur gewesen ist. Bei Kondensatoren, auf denen eine höhere Temperatur angegeben ist, wird die Prüfung bei dieser höheren Temperatur vorgenommen.

Die Prüfungen gelten als bestanden, wenn weder Durchschlag noch Überschlag eintritt und keine Veränderungen am Kondensator bemerkbar sind.

§ 10.

Feuchtigkeitsprüfung bei Berührungsschutz-Kondensatoren.

Berührungsschutz-Kondensatoren werden außer den zur Prüfung der Isolierfestigkeit dienenden Spannungsbeanspruchungen noch einer Feuchtigkeitsprüfung unterzogen. Die Kondensatoren sollen nach 24-stündiger Lagerung in einem Raum mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % (siehe „Leitsätze für die Erzeugung bestimmter Luftfeuchtigkeit zur Prüfung elektrischer Isolierstoffe“[4]) auf ihren Isolationswiderstand geprüft werden. Der Isolationswiderstand wird bei 110 V Gleichspannung sowohl zwischen Belag und Belag als auch zwischen dem Gehäuse und den miteinander verbundenen Belägen 1 min nach Anlegen der Spannung gemessen. Das Produkt aus dem Isolationswert in Megohm und dem Kapazitätswert in Mikrofarad soll mindestens 10 betragen, jedoch braucht der Isolationswiderstand in keinem Falle größer als 100 MΩ zu sein.

Bei Kondensatoren mit Isoliergehäuse ist dieses nach der Feuchtigkeitslagerung mit Metallfolie fest zu umwickeln. An Stelle der Prüfung zwischen Gehäuse und Belägen tritt die Prüfung zwischen Metallfolie und Belägen.

Die Feuchtigkeitsprüfung wird als Stichprüfung ausgeführt.

§ 11.

Messung der Stromaufnahme von Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom.

Bei Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom ist die Stromaufnahme bei Nennspannung und 50 Per/s zu bestimmen (siehe § 4). Diese Prüfung ist als Stichprüfung auszuführen.

§ 12.

Stichprüfung.

Die Stichprüfungen sind an 0,4 % der Liefermenge, mindestens aber an fünf Stück gleicher Art durchzuführen.

Treten Ausfälle auf, so ist die Prüfung mit weiteren fünf Stück — nötigenfalls 2-mal — zu wiederholen. Sind bei der zuletzt wiederholten Prüfung noch immer Ausfälle vorhanden, so ist die Liefermenge, aus der diese Stücke zur Stichprüfung entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

§ 13.

In Maschinen oder Geräte fest eingebaute Kondensatoren.

Ist ein Kondensator unlösbar mit einer Maschine oder einem Gerät verbunden, so gelten außerdem die an die Maschine oder das Gerät gestellten Prüfbedingungen.

[4] s. VDE 0308/1929.

§ 14.

Aufschriften.

Auf jedem Kondensator soll angegeben sein:
Kapazität (in µF, nF oder pF),
Stromart,
Nennspannung,
Hersteller oder Ursprungszeichen,
Schaltungsbild (soweit Platz vorhanden ist).

Berührungsschutz-Kondensatoren sollen außerdem mit dem Zeichen (b) versehen sein.

Bei Kondensatoren mit mehreren Abgriffen sind die Zuleitungen zu den Teilkondensatoren, die den Bedingungen für Berührungsschutz-Kondensatoren genügen, besonders zu kennzeichnen.

Bei Kondensatoren für Temperaturen über 50 ° soll die höchstzulässige Betriebstemperatur auf dem Kondensator angegeben sein.

Neu erschienene DIN VDE-Normblätter.

Grundnormen.

DIN VDE 1 Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V (Dezember 1932, 3. Ausgabe).

Isolierstoffe.

DIN VDE 600 Tafel-Preßspan (August 1932).

Elektrische Maschinen.

DIN VDE 2900 Bl. 2 Bürsten für Kommutatoren und Schleifringe, Toleranzen (Dezember 1932, 2. Ausgabe).

Elektrische Bahnen.

DIN VDE 3340 Kabelschuhe, gepreßt (Oktober 1932),
„ „ 2241 — aus Rohr (Oktober 1932),
„ „ 3342 Fahnenkabelschuhe für Seitenanschluß (Oktober 1932),
„ „ 3343 — für Längsanschluß (Oktober 1932).

Elektroflurfördergeräte.

DIN VDE 3555 Schaltbewegungen (Januar 1933).

Starkstrom-Freileitungen.

DIN VDE 8007 Kappenisolatoren Reihe K (Juni 1932, 2. Ausgabe),
„ „ 8009 Vollkernisolatoren Reihe VK (Dezember 1932),
„ „ 8060 Klöppelbolzen, Klöppelpfannen, Anschlußmaße (Juni 1932, 2. Ausgabe).

Installationsmaterial.

DIN VDE 9500 Installations-Selbstschalter in Stöpselform 6 ··· 15 A 250 V Gleichstrom und 380 V Wechselstrom (Dezember 1932).

Alle Anfragen bezüglich Lieferung und Versand der Normblätter sind an die Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Dresdener Str. 97, zu richten.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle stellte vor kurzem fest, daß sich Sicherungspatronen (D-Patronen), die das Verbandszeichen (VDE) und ein Firmenzeichen (FB) tragen, im Handel befinden. Es wird darauf hingewiesen, daß für Sicherungspatronen mit dem erwähnten Firmenzeichen die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens nicht erteilt worden ist.

Vor dem Ankauf dieser Patronen, soweit sie mit dem Prüfzeichen versehen sind, wird also gewarnt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Digitized by Google

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Königsberg. 13. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Obering. Gust, Berlin, „Neuzeitl. Fernsprechtechnik, wesentliche Etappen ihrer Entwicklung".

Elektrotechn. Verein Leipzig. 15. II. 1933, abds. 8 h, Vortragssaal des neuen Grassi-Museums, Eing. Täubchenweg: Vortrag Dr. Sängewald, „Neues aus der elektrischen Atomphysik".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 10. II. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Lichtbildervortrag Obering. Sihler, „Schaltanlagen mit Druckluftantrieb".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 17. II. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Kircher, „Straßen-, Schaufensterbeleuchtung und Lichtreklame".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 15. II. 1933, abds. 8 h, Elektrot. Inst. der T. H., Militärstr. 3: Vortrag Obering. Braband, „Stromrichter, deren techn. Grundlagen und Anwendung".

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 17. II. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H. Berlin, Kurfürstenallee: 1. Vortrag H. Neumann, „Der Entmagnetisierungsfaktor als physikalisch-technisches Problem". 2. Vortrag O. v. Auwers, „Über magnetoelastische Eigenschaften von Frequenznormalen".

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Gasentladungen, ihre Physik und Technik. Von A. v. Engel und M. Steenbeck. Bd. 1: Grundgesetze. Mit 122 Textabb., VII u. 248 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 24 RM, geb. 25,50 RM.

Die elektrischen Entladungen in Gasen haben in der Technik bereits vielfach Anwendungen gefunden — ich nenne nur Lichtbogen, Glimmlampen und Gleichrichter — und werden sie voraussichtlich in Zukunft noch mehr erlangen. Die Zahl der Ingenieure. welche sich von Berufs wegen mit den Vorgängen in Gasentladungen zu beschäftigen haben, nimmt also dauernd zu. Das vorliegende Buch will einmal in elementarer und anschaulicher Form in das Gebiet einführen und dann als Nachschlagewerk nach bestimmten Gesichtspunkten gegliedert das Zahlenmaterial griffbereit zur Verfügung halten, welches die zahlreichen Arbeiten der Entladungsphysik bergen, die in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich durch Untersuchungen auf dem Gebiete der Atomphysik von experimenteller und theoretischer Physik geschaffen worden sind. Natürlich muß aus der Fülle eine Auswahl getroffen werden, die sich auf Gegenstände beschränkt, die für die Technik der Gasentladung von besonderem Wert sind. Anderseits will das Buch in die atomphysikalische Betrachtungsweise einführen, die sich für die Gasentladung als nützlich und wertvoll erwiesen hat. Dieses eben angedeutete Ziel einer Vereinigung von Einführung und Sammlung der Zusammenhänge in zahlenmäßig verwertbarer Form ist gut erreicht. Soweit diese letzteren in Gestalt von Kurven und Tabellen gegeben sind, finden sich auch Hinweise auf die Quellen, sonst sind im 1. Band leider keine Literaturhinweise vorhanden, welche ein weiterführendes oder kritisches Studium erlauben. Für den 2. Band wird ein ausführliches Literaturverzeichnis angekündigt. Man wird also, bis dieser erschienen ist, dieses Fehlen unangenehm empfinden.

Die Gasentladungen selbst und ihre technischen Verwertungen sollen erst im 2. Band behandelt werden. Der vorliegende 1. Band ist allein den Grundgesetzen gewidmet, welche die Erzeugung, Bewegung und Vernichtung von Ladungsträgern beherrschen. Die Vorgänge in der Gasentladung werden dabei einleitend im Anschluß an die Maxwellschen Vorstellungen auch dem Ingenieur anschaulich nahe gebracht. Das Buch ist in 3 in ihrem Umfang sehr unterschiedliche Kapitel geteilt, welche in insgesamt 73 Paragraphen scharf gegliedert sind. Das Auffinden eines bestimmten Gegenstandes wird durch eine Art „Fahrplan" erleichtert, welcher jedem Kapitel vorangesetzt ist und in großen Zügen den Gang der Zusammenhänge und gleichzeitig der Darstellung zeigt. Der Erzeugung der Ladungsträger ist naturgemäß der meiste Platz gewidmet. Der Inhalt dieses Kapitels sei durch folgende Schlagworte gekennzeichnet: Stoßgesetze, Ionisierung durch Elektronenstrahlen, Ionenstrahlen und Photonen in Gasen. Thermische Ionisierung, Trägererzeugung durch elektrische Felder im Gas und Ionisierung an Grenzflächen. Die Bewegung der Ladungsträger wird behandelt: im Vakuum und im Gas, und dort unter der Wirkung von elektrischen und magnetischen Feldern. Unsere Kenntnisse über die Vernichtung der Ladungsträger sind noch nicht sehr umfassend, deshalb ist dieses Kapitel sehr knapp; in ihm werden Vernichtung an den Elektroden, Adsorption an den Wänden und die Erscheinungen der Wiedervereinigung zusammengestellt. Ein Anhang bringt einiges Rechnungsmäßige und das Sachverzeichnis.

Für den Praktiker würde es erwünscht sein, wenn er hier oder in der Einleitung etwas mehr über das Gas selbst zusammengestellt fände, z. B. zahlenmäßige Zusammenhänge zwischen Gasdichte und Druck und Temperatur, um die Umrechnung der in dem Buch angegebenen Daten auf die beim Einzelfall vorliegenden Verhältnisse zu erleichtern. Die optischen Erscheinungen sind, vielleicht mit Absicht, nur knapp behandelt. Ein Hinweis auf gute vorhandene Werke wäre hier am Platz gewesen.

Ein endgültiges Urteil über das Gesamtwerk läßt sich natürlich erst geben, wenn es mit dem 2. Bande abgeschlossen vorliegt. Heute kann man aber schon sagen, daß der 1. Band ein soweit in sich geschlossenes Ganzes darstellt, daß ihn nicht nur der Ingenieur und technische Physiker, sondern auch in vielen Fällen der experimentelle und theoretische Physiker bei der Beschäftigung mit Gasentladungen mit Nutzen zur Beratung heranziehen wird und muß. E. Lübcke.

Elektrotechnische Lehrhefte. Bd. 2: Magnetismus und Wechselstromtechnik. Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland. 2. neubearb. Aufl. Mit 201 Abb., VII u. 175 S. in 8°. Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhdlg., Leipzig 1932. Preis kart. 2,90 RM.

Auch das zweite Bändchen der Elektrotechnischen Lehrhefte hat eine vollständige Neubearbeitung erfahren. An Hand anschaulicher, klarer Abbildungen werden dem Anfänger die Grundbegriffe des Magnetismus und der Wechselstromtechnik vermittelt und, soweit es der Raum gestattet, die wichtigsten Formeln zur Lösung praktischer Aufgaben abgeleitet. Neu aufgenommen hat der Verfasser die Behandlung von Wechselstromaufgaben durch symbolische Rechnung sowie die Abschnitte über elektrische Feldstärke und Kapazität, elektrische Entladungen, Schwingungsvorgänge und Ausgleichserscheinungen (Wanderwellen).

Einen besonderen Wert verleihen dem Büchlein die zahlreichen eingefügten Rechenbeispiele, die durch ihre Kürze und Einfachheit wesentlich zur Festigung der erläuterten Begriffe und zum verständnisvollen Gebrauch der Formeln beitragen. M. Zorn.

Le Facteur de Puissance des Installations Electriques Industrielles. Von R. Menjelou. Mit 126 Abb. i. Text, VIII u. 239 S. in gr. 8°. Verlag Dunod, Paris 1931. Preis geh. 64 Fr, geb. 73 Fr.

Der Verfasser versucht, in elementarer Form ein Bild über die Leistungsfaktorfrage zu geben. Nach der Erläuterung des Begriffes „Leistungsfaktor" werden in den ersten Kapiteln die Ursachen des schlechten Leistungsfaktors und deren Einfluß auf die elektrischen Installationen (Leitung, Transformatoren, Generatoren) besprochen. Es werden dann in getrennten Kapiteln die Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors behandelt: der statische Kondensator, der Synchronmotor, der synchronisierte Asynchronmotor und der kompensierte Asynchronmotor. Zum Schlusse werden diese Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors miteinander verglichen und einige Verfahren zur Bestimmung des für eine Anlage wirtschaftlich besten Leistungsfaktors angegeben; auch die Tariffrage wird kurz erörtert. Der ganze Stoff ist klar behandelt, so daß das Buch ein wertvolles Hilfswerk für den in der Praxis stehenden Ingenieur bildet. Dem heutigen Stande der Technik wird das Buch leider nicht ganz gerecht. So ist z. B. das Bild, das der Leser über den Synchronmotor bekommt (Kap. VII), bereits überholt: das Anlassen mittels Anwurfmotors ist veraltet, die Synchronmotoren haben heutzutage nur noch Selbstanlauf und dabei günstigere Anlauf- und Laufverhältnisse, als der Verfasser angibt. Es lassen sich größere Anlaufmomente als 50 % des Nennmomentes erzielen, und auch das Kippmoment ist stets größer als 140 % des Nennmomentes. Die Beschreibung des Synchronmotors mit rotierendem Ständer (Abb. 64) paßt in den Rahmen des Buches nicht hinein, da diese Ausführung anomal ist, und andere anomale Ausführungen vorhanden sind, die der Verfasser

Digitized by Google

nicht beschreibt. Die mathematische Behandlung des Intrittfallvorganges könnte ebenfalls wegfallen, da sie an sich mit der Leistungsfaktorfrage nichts zu tun hat. Aus dem gleichen Grunde ist im Kap. VIII die mathematische Behandlung des Einschwingungsvorganges des synchronisierten Asynchronmotors überflüssig. Im Kap. IX (kompensierte Asynchronmotoren) fehlen der nebenschlußerregte Phasenschieber, die Scherbius-Maschine und der kompensierte Frequenzwandler, drei wichtige Erregermaschinenarten, die bei der Beschreibung der Phasenkompensation nicht fehlen dürfen. Die für die Beschreibung des Intrittfallens von Synchronmotoren und synchronisierten Asynchronmotoren verwendeten Seiten müßten in einer neuen Auflage diesen drei Maschinenarten gewidmet werden. Vermißt wird auch die Behandlung der asynchronen Blindleistungsmaschine. Im Vergleich zum Preise des Buches ist die äußere Ausstattung unzureichend; die Abbildungen lassen teilweise viel zu wünschen übrig, auch ein Sachverzeichnis dürfte nicht fehlen.

M. Liwschitz.

Die aktienrechtlichen Vorschriften der Verordnung vom 19. IX. 1931. Erläut. von Dr. Hans Neufeld. Mit 164 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geb. 6 RM.

Innerhalb des Schrifttums zur Aktienrechtsnovelle nimmt das vorliegende Werk schon im Hinblick auf die Amtstätigkeit des Verfassers eine besondere Stellung ein. Trotz knapper Form ist die gesamte Literatur zur Aktienrechtsnovelle berücksichtigt und zu den Streitfragen Stellung genommen. Von besonderem Interesse sind naturgemäß diejenigen Ausführungen, die sich mit der Aktie als solcher befassen, insbesondere in ihrem Verhältnis zum Aktienmarkt. Es sei hier auf die ausführlichen Erläuterungen über den Erwerb eigener Aktien hingewiesen, dessen Beschränkungen in der Aktienrechtsnovelle im Hinblick auf die zahlreichen Aktienaufkäufe der letzten Jahre, die gewissermaßen zu einer wirtschaftlichen Kapitalherabsetzung verwendet wurden, erfolgten. Der Verfasser vertritt mit der herrschenden Meinung die Ansicht, daß der Erwerb eigener Aktien durch die Aktiengesellschaften sowie die abhängigen Gesellschaften zur Kurspflege im allgemeinen nicht gestattet ist. „Unter regelmäßigen Umständen bringt ein Schwanken oder Absinken des Börsenkurses der Aktien der Aktiengesellschaft noch keinen schweren Schaden. Es müssen besondere Umstände hinzutreten, z. B. Angebot eines größeren Postens Aktien der Aktiengesellschaft auf dem Markt, das ein erhebliches Absinken des Kurses auslöst und dadurch den Kredit der Aktiengesellschaft wesentlich beeinträchtigt oder den Abschluß einer Anleihe oder eine neue Aktienemission verhindert oder nur zu viel ungünstigeren Bedingungen zuläßt."

Die vorliegende Schrift wird namentlich auch den Gesellschaften, deren Geschäftsjahr mit dem 30. September 1932 endet, für das zum ersten Male die neuen Bilanzierungsvorschriften (Bilanzschema) sowie die Pflichtrevision zur Anwendung gelangt, wertvolle Dienste erweisen. Bei der Darstellung des Bilanzschemas sind auch die Ergebnisse der modernen Betriebswirtschaftslehre berücksichtigt, desgleichen bei der Darstellung des Schemas der Gewinn- und Verlustrechnung. Die Schrift kann allen Wirtschaftskreisen, die am Aktienrecht interessiert sind, aufs wärmste empfohlen werden.

B. Blau.

Eingegangene Doktordissertationen.

Carl Anderl, Die Elektrizität im Haushalt. Universität Freiburg in der Schweiz 1932. (Zu bez. dch. Propaganda Verlag G. m. b. H., München. Preis 2 RM.)

Fritz Lichtenberger, Untersuchung der Magnetostriktion und der Magnetisierung von Einkristallen der Eisen-Nickelreihe. T. H. Berlin 1932 (Sonderdr. aus Ann. Physik, 5. Folge, Bd. 15, H. 1, 1932, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.)

Adolph H. Brandl, Über die Strömungsvorgänge in Feuerungen und industriellen Öfen. T. H. Aachen 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Stabiles Glühlampengeschäft in den V. S. Amerika. — Nach Angaben der Gen. electr. Rev. sind im Jahre 1932 in den Vereinigten Staaten 546,60 Mill Glühlampen abgesetzt worden gegenüber 557,4 Mill im Jahre 1931 und 563,8 Mill. fl im Jahre 1930. Der durch die Krise verursachte Absatzrückgang hat nach diesen Mitteilungen einen bemerkenswert geringen Umfang. Von dieser Zahl entfielen 1932 330,8 Mill Stück auf normale Metallfadenglühlampen gegenüber 349,5 Mill i. V.; der Absatz der kleinen Metallfadenlampen hat sich von 203,1 auf 214,6 Mill Stück erhöht. Der Verkauf von Kohlefadenlampen ging, wie schon in den Vorjahren, auch im Jahre 1932 weiter zurück. Man schätzt den Anteil dieser Lampenart für 1932 nur noch auf 1,2 Mill Stück, d. h. auf etwa ein Drittel der noch im Jahre 1931 abgesetzten Menge. (Electr. Wld. Bd. 100, S. 872.) *A. Fr.*

Ungarns Elektroausfuhr. — Obwohl sich 1931 Ungarns Warenausfuhr um 37,76 % gegenüber dem Vorjahre verringert hat, ging die elektrotechnische Ausfuhr in wesentlich geringerem Ausmaß, nämlich von 19,95 auf 18,66 Mill RM[1], d. h. um nur etwa 6 % zurück. Stärker war allerdings der mengenmäßige Rückgang, da sich die Ausfuhr 1931 auf 2117 dz stellte gegenüber 3010 i. V.

In den ersten 7 Monaten des Jahres 1932 hat sich die Ausfuhr elektrischer Maschinen und Apparate uneinheitlich entwickelt, doch wurde in keinem dieser Monate der Durchschnittswert des Jahres 1931 (1,56 Mill RM) auch nur annähernd erreicht.

Ausfuhr elektrischer Maschinen und Geräte aus Ungarn.

Monat	Wert Mill RM	dz
Januar	1,05	1 431
Februar	0,74	1 299
März	1,01	1 169
April	0,60	998
Mai	0,15	1 637
Juni	0,25	2 932
Juli	0,95	1 580
insgesamt	4,75	11 046

Verglichen mit dem Durchschnittswert des Jahres 1931 ist in diesem Zeitraum der Ausfuhrwert um annähernd 56 % gesunken. (Bericht d. Britisch-Ungarischen Bank 1932, Nr. 4.) *A. Fr.*

Aus der Geschäftswelt. — Elektro-Schleifmittelwerke AG., Dresden (0,5 Mill RM): Betrieb eines Elektroschmelzwerks, Erzeugung und Vertrieb von Silizium-Karbid und künstlichem Korund, ferner von elektrochemischen, feuerfesten und Isolationsprodukten; „Alfred Morgan, G. m. b. H." Mönchsheim b. Hoppegarten i. d. Mark (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb elektrischer Apparate aller Art; Druckzersetzer G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Studium der technischen Elektrolyse wäßriger oder schmelzender Lösungen, insbesondere von Wasser, und elektrolytischer und auch elektrochemischer Energiespeicherverfahren; „Heliogen Elektrotechnische Fabrik Herm. Pawlik G. m. b. H.", Bad Blankenburg (80 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektro- und radiotechnischen Artikeln; Exide Batterien G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Akkumulatoren und Batterien, insbesondere der sogenannten Exide-Batterien und -Akkumulatoren; Technisches Spezialhaus G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb von technischen, insbesondere elektrotechnischen Artikeln aller Art; Motoren-Fabrik Magnet Gesellschaft m. b. H., Berlin-Weißensee (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Explosionsmotoren für stationäre und Bootszwecke sowie von motorischen Aggregaten.

[1] Umrechnungskurse: 1930 1 RM = 1,363 P; 1931 1 RM = 1,369 P; 1932 1 RM = 1,667 P.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 5: Welche Firma führt das hier abgebildete Fabrikzeichen?

Frage 6: Wer liefert Legierungen Kupfer-Silizium als walzbare Qualität und mit höherem Siliziumgehalt als Bronzeguß?

Abschluß des Heftes: 3. Februar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 13 250 Expl.

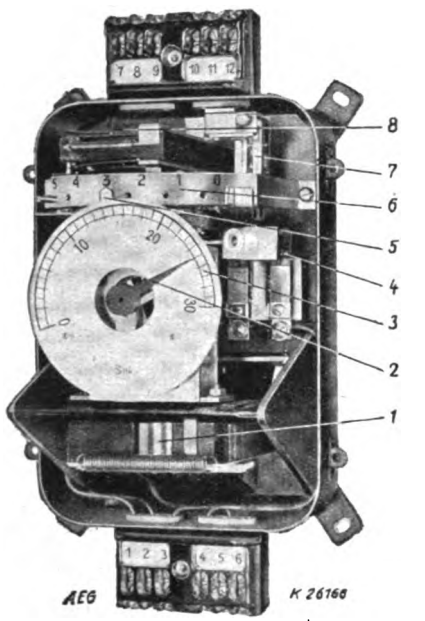
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Selbsttätige Wiedereinschaltvorrichtungen.

Mitteilung der AEG.

Zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung ist es erforderlich, daß Leistungschalter, die infolge Auftretens von Überstrom, Rückstrom oder Nullspannung selbsttätig ausgelöst haben, möglichst schnell nach Beseitigung des Fehlers wieder eingeschaltet werden. Erfahrungsgemäß ist der zur Auslösung führende Fehler oft nur von kurzer Dauer, so daß der nach einer kleinen Verzögerung eingelegte Schalter in der Einschaltstellung bleibt. Soweit wie möglich wird man die selbsttätige Wiedereinschaltung wählen, weil sie die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals nicht beansprucht und auch in bedienungslosen Anlagen Anwendung finden kann. Unter den vielen meist patentierten mechanischen und elektrischen Wiedereinschaltverfahren hat die elektrische Wiedereinschaltung mit dem von der AEG entwickelten Wiedereinschaltrelais den Vorteil größter Anpassungsfähigkeit. Dieses Verfahren ist für alle Arten von Fernantrieben geeignet, z. B. für Einschaltmagnete, Motorantriebe, Kraftspeicher usw., und es kann in gleicher Weise auf Ölschalter, Wasserschalter, Druckgasschalter, Gleichstromautomaten, Schnellschalter und Schütze angewandt werden.



1 = Antriebmotor, 5 = Schleppzeiger,
2 = Zeiteinstellzeiger, 6 = Zahlenskala der Schaltfertigkeit,
3 = Zeiteinstellskala, 7 = Hilfskontakt,
4 = Hauptkontakte, 8 = Entriegelungsmagnet.

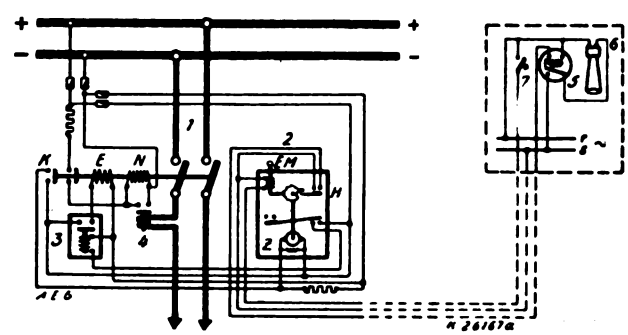
Abb. 1. Wiedereinschaltrelais ohne Gehäusekappe.

Das Wiedereinschaltrelais (Abb. 1) besteht aus einem Zeitrelais, einem mechanischen Verriegelungswerk und einer Entriegelungsvorrichtung. Das Zeitrelais enthält einen kleinen Antriebmotor, der ein Wechselstrommotor mit Kurzschlußläufer oder ein Gleichstrommotor sein kann. Die Drehzahl des Motors wird durch ein mechanisches Rädergetriebe ins Langsame übersetzt. Die Verzögerung kann mit Hilfe des Zeigers 2 an der runden Einstellskala 3 zwischen 3 und 30 s eingestellt werden; es lassen sich aber auch größere Einstellbereiche bis zu 60 s oder 6 min und mehr erreichen. Nach Ablauf der eingestellten Auslösezeit werden zwei Paar kräftiger Arbeitskontakte 4 ruckartig geschlossen. Das Verriegelungswerk hat die Aufgabe, nur eine bestimmte Zahl von Schaltungen des Zeitrelais zuzulassen. Bei jedem Schaltvorgang des Zeitrelais wird ein Schleppzeiger 5, der über eine Querskala 6 streicht, um eine Stufe mitgenommen. Da die Stufen mit Ziffern von 0 bis 5 bezeichnet sind, kann man die Zahl der abgelaufenen und die der noch verfügbaren Schaltungen jederzeit ablesen. Die Querskala hat außerdem den Zweck, daß man an ihr die Zahl der von vornherein beabsichtigten Schaltungen — ebenfalls zwischen 0 und 5 — durch Versetzen einer Anschlagschraube einstellt. Hat die letzte Schaltung stattgefunden und wird danach das Zeitrelais erneut erregt, so verriegelt sich der Schaltmechanismus. Gleichzeitig schließt sich ein Hilfskontakt 7. Wird die Entriegelungsvorrichtung betätigt, so wird die Sperrung des Zeitrelais aufgehoben und eine neue Folge von Schaltungen ermöglicht. Die Entriegelung kann von Hand am Relais vorgenommen werden, indem man den aus dem Gehäuse herausragenden Druckknopf betätigt. Außerdem ist der Elektromagnet 8 im Relais eingebaut, durch dessen Erregung die Entriegelung selbsttätig erfolgen oder ferngesteuert werden kann.

Schaltung und Wirkungsweise seien durch die aufeinanderfolgenden Vorgänge an Hand des Schaltbildes (Abb. 2) erklärt, das die Wiedereinschaltvorrichtung eines mit Einschaltmagnet ausgerüsteten Automaten zeigt. Löst der Gleichstromautomat 1 infolge Ansprechens des Überstrom-Schutzrelais 4 aus, so hebt der Hilfskontakt K des Automaten die Überbrückung des Zeitrelais Z im Wiedereinschaltrelais 2 auf, und das Wiedereinschaltrelais läuft an. Nach der eingestellten Zeit schließt Relais Z seinen Kontakt, der über das Schütz 3 auf den Einschaltmagneten E des Automaten wirkt. In der Einschaltstellung des Automaten überbrückt der Hilfskontakt K wieder die Wicklung des Zeitrelais Z, das folglich in die Ruhestellung geht. Bleibt jetzt der Automat eingeschaltet, so ist der Wiedereinschaltyorgang beendet. Löst aber das Schutzrelais den Betriebschalter von neuem aus, so wiederholt sich der geschilderte Vorgang in gleichen Zeitabständen, und zwar so oft, wie es die anfängliche Einstellung zuläßt. Nach dem letzten Mal schließt das Wiedereinschaltrelais seinen Hilfskontakt H, der über das Signalrelais 5 und Hupe 6 in einer Überwachungsstation die mechanische Verriegelung meldet. Nach Beseitigung der Störung betätigt der Wärter über Druckknopf 7 den Entriegelungsmagneten EM, um eine neue Schaltungserie freizugeben.

An Stelle der erläuterten Signalisierung und Fernentriegelung kann auch die selbsttätige Entriegelung durch ein getrenntes Zeitrelais vorgesehen werden*). Das Zeitrelais bewirkt immer dann die Entriegelung des Wiedereinschaltrelais, wenn der Leistungschalter länger als die am Zeitrelais eingestellte Zeit — z. B. 20 s — in seiner Einschaltstellung geblieben ist, wenn also keine erneute Wiederauslösung stattgefunden hat.

Die jeweilige Schaltung, d. h. der Zusammenhang zwischen Relais, Hilfskontakt und Einschaltmechanismus, muß den Eigenschaften des betreffenden Schalters und Antriebes angepaßt werden. Außerdem muß der Abschaltleistung des Leitungschalters Rechnung getragen werden. Mehrmalige Wiedereinschaltungen auf bestehende Kurzschlüsse sucht man nach Möglichkeit zu vermeiden. In Gleichstrom-Bahnanlagen kann z. B. durch Einbau einer einfachen automatischen Streckenprüfeinrichtung das Schalten auf Kurzschlüsse sicher verhütet werden. In Hochspannungsanlagen sieht man mitunter ein zweites Überstromrelais vor, das bei Überschreiten einer bestimmten Höhe des Kurzschlußstromes jede selbsttätige Wiedereinschaltung sperrt.



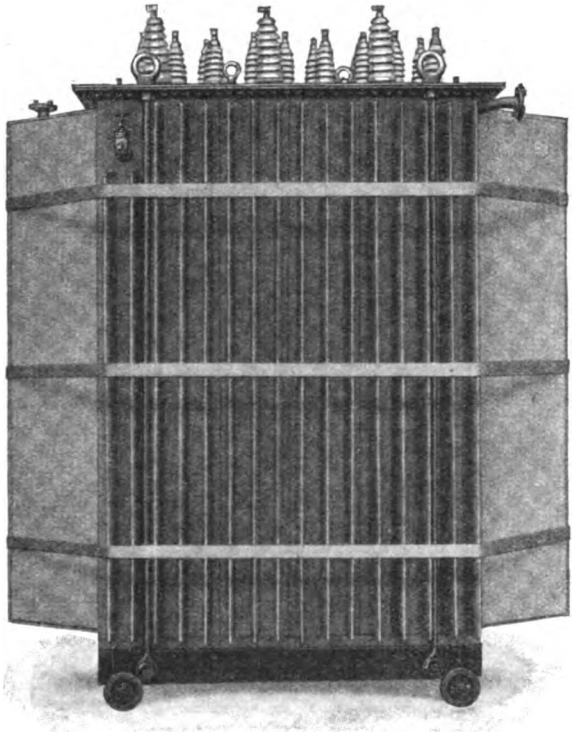
1 = Gleichstromautomat,
2 = Wiedereinschaltrelais,
3 = Zwischenschütz,
4 = Überstromauslöser des Automaten 1,
5 = Signalrelais für die Meldung der Blockung von 2,
6 = Signalhupe zu 5,
7 = Druckknopf zur Fernentriegelung von 2,
E = Einschaltmagnet von 1,
EM = Entriegelungsmagnet des Wiedereinschaltrelais 2,
H = Hilfskontakt für die Meldung der Blockung von 2,
K = Hilfskontakt am Automaten 1,
N = Unterspannungsauslöser des Automaten 1,
Z = Zeitelement des Wiedereinschaltrelais 2.

Abb. 2. Selbsttätige Wiedereinschaltvorrichtung eines Gleichstrom-Automaten mit Fernsignalisierung und Fernentriegelung.

*) Näheres s. AEG-Mitg. 1932, Heft 11, S. 361.

Digitized by Google

TRANSFORMATOREN

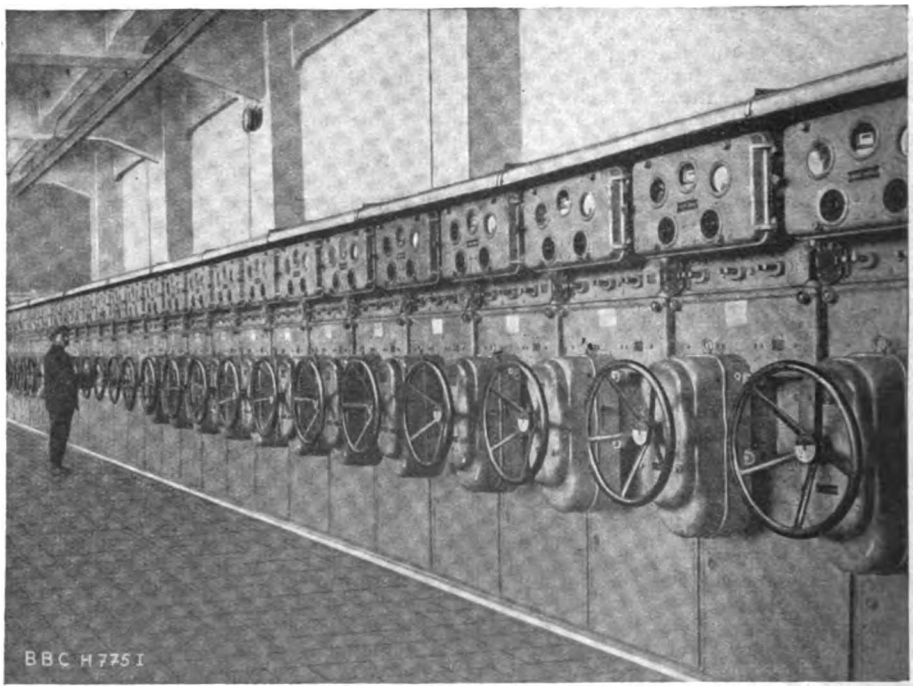


für jeden Verwendungszweck
in bekannter mustergültiger Ausführung
für alle Leistungen und Spannungen

Hochspannungsgesellschaft
m. b. H.
Köln-Zollstock
Fernsprecher: S. N. 90701
Höninger Weg 115–131

BROWN BOVERI

Schalt-anlagen



97feldrige gekapselte Schaltanlage mit Doppel-Sammelschienen für 1500 A und 6 kV

BROWN, BOVERI & CIE · AKTIENGESELLSCHAFT · MANNHEIM

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 16. Februar 1933** **Heft 7**

Elektrizitätswirtschaftliche Untersuchungen auf der Zentralkokerei Nordstern*.

Von Dr.-Ing. C. Körfer, Essen.

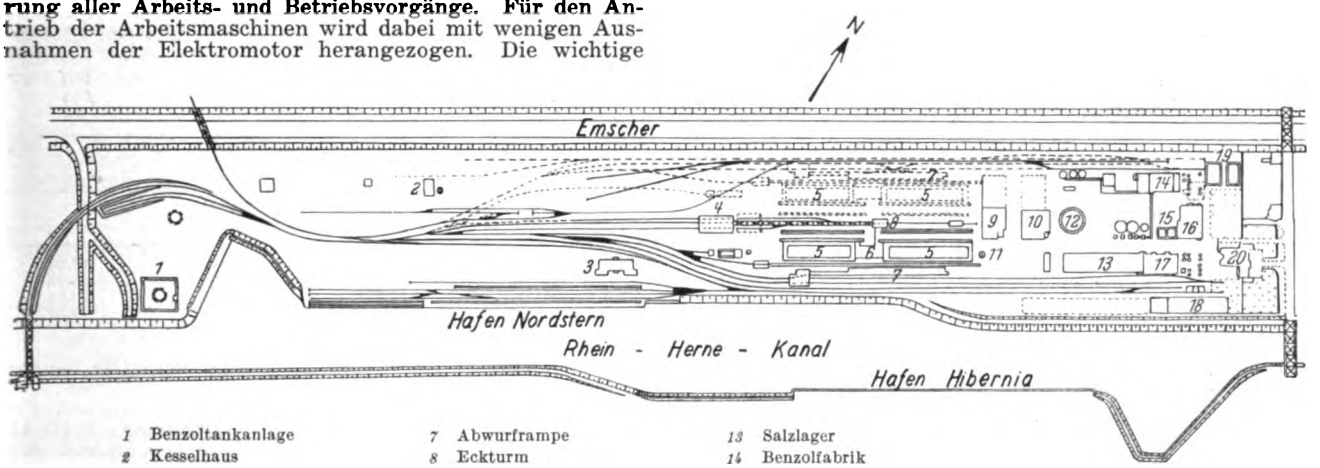
Übersicht. Die Aufgabe der Untersuchungen war, Anhaltszahlen über den spezifischen Energie- und Arbeitsverbrauch sowie ein Bild von dem Belastungsverlauf neuzeitlicher Zechenkokereien zu gewinnen. Ferner wird auf die Rolle hingewiesen, welche die Elektrizität in der Gesamtenergiewirtschaft derartiger Betriebe spielt.

Neuzeitliche Kokerei- und Nebengewinnungsanlagen sind gekennzeichnet durch eine weitgehende Mechanisierung aller Arbeits- und Betriebsvorgänge. Für den Antrieb der Arbeitsmaschinen wird dabei mit wenigen Ausnahmen der Elektromotor herangezogen. Die wichtige Rolle, die somit der Elektrizität im Kokereibetrieb zukommt, gab Veranlassung, die elektrizitätswirtschaftlichen Verhältnisse auf neuzeitlichen Großkokereien näher zu untersuchen.

Diese Untersuchungen wurden im März 1931 vom Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen in Essen auf der Zentralkokerei Nordstern gelegentlich der von ihm auszuführenden kokereitechnischen Abnahmeversuche vorgenommen. Die Kokerei gehört zur Abteilung Bergbau der Vereinigten Stahlwerke AG. Sie ist für energiewirtschaftliche Ermittlungen irgendwelcher Art besonders geeignet, da sie infolge örtlicher Trennung von Zechen und sonstigen Anlagen einen vollkommen selbständigen Betrieb darstellt.

Abb. 1 zeigt einen Lageplan der Gesamtanlage, die auf dem Hafengelände der Zeche Nordstern am Rhein-Herne-Kanal liegt. Die Kokskohlenzufuhr von den einzelnen Zechen erfolgt in Kübelwagen. Die Klappkübel dieser Wagen haben ein Vollgewicht von 16,5 t und werden durch zwei Kübelkatzen von je 300 t Stundenleistung in die hochliegenden Zwischenbunker des Mischturmes entleert. Von den Zwischenbunkern wird die Kohle, nach Sorten getrennt, mit Förderbändern den einzelnen Vorratsbunkern zugeführt.

Aus den Vorratsbunkern gelangen die einzelnen Kohlesorten über Abstreichteller mit Hilfe einer ungefähr 150 m langen Transportbandanlage, bestehend aus 2 Förderbändern von 1 m Breite und 300 t Stundenleistung, roh vorgemischt in den Eckturm. Im Eckturm durchläuft die Kohle zwei Schleudermühlen von je 150 t Stundenleistung und geht dann über eine 35 m lange Bandtransportanlage in den über der Ofenanlage befindlichen Kohlenturm. Abb. 2 gibt eine Ansicht des Eckturmes mit der vom Mischturm kommenden langen und mit der zum Kohlenturm gehenden kurzen Bandanlage.



1	Benzoltankanlage	7	Abwurframpe	13	Salzlager	18	Gasreinigung
2	Kesselhaus	8	Eckturm	14	Benzolfabrik	19	Kühler
3	Schalthaus	9	Kesselhaus	15	Ölkühlanlage	20	Betriebsgebäude
4	Mischturm	10	Kompressoren	16	Maschinenhaus		
5	Kokséfen	11	Kamin	17	Ammoniak-fabrik		
6	Kohlenturm	12	Gasometer				

Abb. 1. Lageplan der Zentralkokerei Nordstern.

Die Ofenanlage besteht aus 2 Batterien. Batterie 1 hat 42 und Batterie 2 54 Großraumöfen. Der mittlere Einsatz je Ofen beträgt etwa 28,5 t nasse Kohle von rd. 12 % Wassergehalt. Das Koksausbringen ist ungefähr 76 %. Der gewährleistete mittlere Wärmeverbrauch der Ofenanlage beträgt 513 kcal/kg Kohle von 12 % Wassergehalt mit einem Spiel von ± 5 %. Der gedrückte Koks wird naß gelöscht. Die Durchsatzleistungen der beiden Batterien sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Batterie 1 lag bei Vornahme der Untersuchungen still, Batterie 2 wurde dagegen voll betrieben. Die Anlage war ebenso wie die Nebengewinnung zu 56,25 % ausgenutzt.

Zahlentafel 1. Leistung der Ofenanlage bei Vollbetrieb.

	Ofenzahl	Trockenkohlendurchsatz t	Koksausbringen t	%
		innerhalb 24 h		
Batterie 1 . . .	42	1 130	860	43,75
Batterie 2 . . .	54	1 450	1 100	56,25
insgesamt . .	96	2 580	1 960	100
		jährlich		
Batterie 1 . . .	42	412 000	313 000	43,75
Batterie 2 . . .	54	529 000	402 000	56,25
insgesamt . .	96	941 000	715 000	100

* Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein des rhein.-westf. Industriebezirks e. V. am 13. I. 1932.

Digitized by Google

Die Nebengewinnungsanlage umfaßt eine Ammoniak- und eine Benzolfabrik. Die Ammoniakfabrik arbeitet nach dem indirekten Verfahren. Erbauerin der gesamten Kokereianlage ist die Firma Carl Still, Recklinghausen.

Zur Deckung ihres Dampfbedarfes besitzt die Kokerei ein Kesselhaus mit zwei Steilrohrkesseln von je 668 m² Heizfläche für Gas- oder Kohlenstaubfeuerung. In Betrieb befindet sich stets einer der Kessel. Der zweite Kessel steht in Bereitschaft. Das Kesselhaus ist mit einer Kohlenstaub - Mahlanlage ausgerüstet

Eigene Stromerzeugungsanlagen besitzt die Kokerei nicht. Der Strom wird vielmehr von einer in der Nähe gelegenen Schachtanlage bezogen und vom Schalthaus der Kokerei aus verteilt. Die Zahl und Leistung der eingebauten Elektromotoren ist in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Abb. 2. Eckturm mit Band vom Mischturm und Band zum Kohlenturm.

Zahlentafel 2. Eingebaute Elektromotoren.

Lfd. Nr.	Betriebstätte	Motorenzahl	Motorennennleistung insgesamt kW	%	Bemerkung
	Kokerei:				
1	Misch- und Transportanlage zu den Kohlentürmen	21	949,3	21,83	
2	Ofenanlage*	24	591,1	13,57	
3	Kokslösch- u. Kläranlage	4	110,6	2,54	
4	Sieberei	11	160,7	3,69	
		60	1811,7	41,63	
	Nebengewinnung:				
5	Maschinenhaus, Pumpen	12	808,0	18,58	darunter 1 Gassauger von 500 kW
6	Naphthalinhalle	2	52,5	1,21	
7	Ammoniakfabrik				
	Klarwasserpumpen	2	570,0	13,09	
8	sonstige Pumpen	11	192,0	4,41	
9	Kalkkläranlage	3	27,0	0,62	
10	Salzlager	11	91,3	2,10	darunter 1 Gassauger von 160 kW
11	Gasreinigung	2	165,5	3,80	
12	Gaskompressoranlage für Ferngasabgabe	4	45,7	1,05	
		47	1952,0	44,80	
	Hilfsbetriebe:				einschl. Kohlenstaub-Mahlanlage
13	Kesselhaus	17	527,4	12,11	
14	Werkstätten	4	24,1	0,55	
15	Eingangsgebäude	6	31,6	0,73	
16	Verschiedenes	2	7,7	0,18	
		29	590,8	13,57	
	insgesamt	136	4354,5	100	

* Einschl. der Motorenleistung von 250,1 kW der außer Betrieb befindlichen Batterie 1.

Die Nebengewinnung hat also den größten Bedarf an elektromotorischer Antriebsleistung. Bezogen auf 1000 t bei Vollbetrieb der Gesamtanlage durchgesetzter Trockenkohle beträgt die gesamte eingebaute Elektromotoren-Nennleistung 4,6 kW.

An dampfgetriebenen Arbeitsmaschinen sind außer den elektromotorisch angetriebenen auf der Zentralkokerei Nordstern, u. zw. in der Nebengewinnung, noch vorhanden:

Maschinenhaus	1 Gassauger	400 PS	entspr.	295 kW
„	1 Spülpumpe	60 PS	„	44 kW
Gasreinigung	1 Gassauger	200 PS	„	147 kW
Gas-Kompressoranlage	1 Kolbenkompr.	1300 PS	„	950 kW
„	1 „	1870 PS	„	1380 kW
			insgesamt	2816 kW

Alles in allem beträgt also die Leistung der Antriebe für die Arbeitsmaschinen 7166 kW, wovon 60,8 % auf Elektromotoren entfallen. Zur Aushilfe stehen neben den beiden dampfangetriebenen noch je ein elektrisch angetriebener Gassauger von 500 und 160 kW zur Verfügung. Bei den augenblicklichen Verhältnissen stellt sich jedoch der Betrieb der Sauger mit selbsterzeugtem Dampf billiger als der mit fremdbezogenem Strom. Die beiden Gaskompressoren dienen der Ferngasabgabe. Bei der Wahl von Kolbendampfmaschinen für den Antrieb der Hochdruckkompressoren war die Tatsache entscheidend, daß sich die Dampfkolbenmaschine den verschiedenartigen Betriebsverhältnissen und -schwankungen leichter und billiger anpaßt als Hochdruck-Turbogebläse oder der elektromotorische Antrieb von Kolbenkompressoren. Alle diese vier Dampfmaschinen liefen während der Untersuchung im Dauerbetrieb.

Über den Stromverbrauch der Anlage am Tage der Untersuchung, also bei Vollbetrieb der Batterie 2 und bei Stillstand der Batterie 1 gibt Zahlentafel 3 Auskunft.

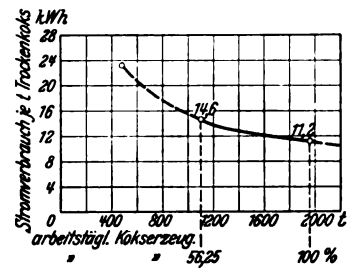


Abb. 3. Stromverbrauch je t Kokserzeugung bei verschiedenen Ausnutzungsgraden.

Auf der eigentlichen Kokerei ist die Misch-, Mahl- und Transportanlage der größte Stromverbraucher. In weitem Abstand folgt die Kokssieberei, die Ofen- sowie die Kokslösch- und Kläranlage. Bei der Ofenanlage ist man schon allein im Hinblick auf die großen Motorenleistungen der Druckmaschine von zusammen 200 kW geneigt, einen erheblich höheren Stromverbrauch anzunehmen. Für die Druckmaschine beträgt er jedoch bei Vollbetrieb der Batterie 2 arbeitstäglich nur ungefähr 140 kWh.

Zahlentafel 3. Stromverbrauch innerhalb 24 h bei Vollbetrieb der Batterie 2*.

	kWh	kWh je t Trockenkoks	%
Kokerei	2 953	2,62	17,94
Nebengewinnung	9 174	8,15	55,75
Hilfsbetriebe	3 113	2,76	18,94
Beleuchtung	1 210	1,08	7,37
insgesamt	16 450	14,61	100

* Die Umspann- und Leitungsverluste sind anteilig auf die Betriebe umgelegt worden.

Der übrige Stromverbrauch der Ofenanlage entfällt auf zwei Türkabelwagen, einen Füllwagen und auf die Löschlokomotive. Der Stromverbrauch der eigentlichen Kokerei beträgt im vorliegenden Fall zusammen 2,6 kWh je t Trockenkokserzeugung oder 17,9 % des Gesamtstromverbrauches.

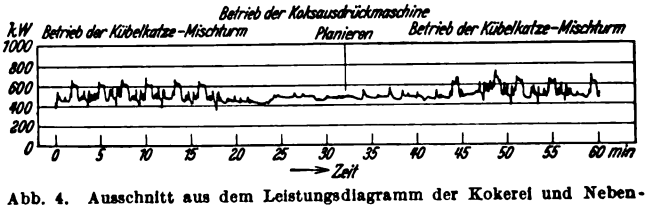


Abb. 4. Ausschnitt aus dem Leistungsdiagramm der Kokerei und Nebengewinnung bei Vollbetrieb der Batterie 2.

Entsprechend ihrem hohen Anteil an eingebauter Elektromotorenleistung und des hierin wiederum enthaltenen hohen Anteils an durchlaufenden Antrieben hat die Nebengewinnung mit 8,1 kWh je t Kokserzeugung einen ungefähr dreimal so großen Stromverbrauch wie die Kokerei. Er würde noch größer sein, wenn an Stelle der dampfangetriebenen die elektrisch betriebenen Gassauger mit 500 und 160 kW Motorenleistung liefen.

Die Hilfsbetriebe, wie Kesselhaus, Werkstätten und Eingangsgebäude sowie die unter Verschiedenes zusammengefaßten Motoren, haben einen Stromverbrauch von 2,8 kWh je t Kokserzeugung. An diesem Verbrauch ist im wesentlichen die Kohlenstaubfeuerung des Kesselhauses mit ihrer Mahlanlage beteiligt.

Da der erzeugte Dampf, wie aus einer späteren Aufstellung hervorgeht, fast ausschließlich in der Nebengewinnung verbraucht wird, könnte man den Stromverbrauch des Kesselhauses auch als Verbrauch der Nebengewinnung ansehen.

Digitized by Google

Der Gesamtstromverbrauch innerhalb 24 h belief sich auf 16 450 kWh oder auf 14,61 kWh je t Kokserzeugung. Er verteilt sich mit 92,6 % auf Kraft- und mit 7,4 % auf Lichtstromverbrauch. Bei Vollbetrieb der Batterie 2 würde sich der Jahresverbrauch stellen auf:

5 570 000 kWh für Kraft
442 000 „ „ Beleuchtung
6 012 000 kWh insgesamt.

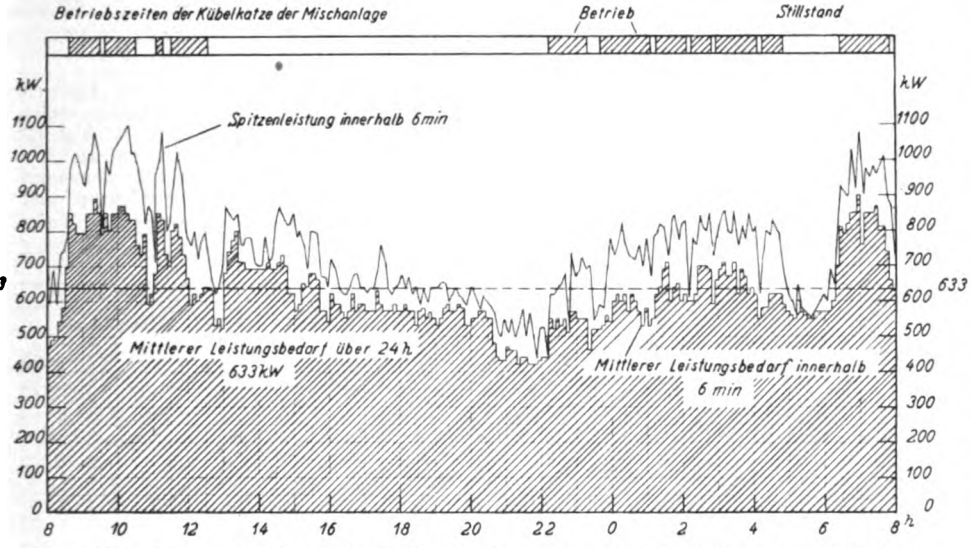


Abb. 5. Verlauf des Leistungsbedarfs für Kraftzwecke innerhalb von 24 h bei Vollbetrieb der Batterie 2.

Am Tage der Untersuchung wurde der Verlauf des Leistungsbedarfes der gesamten Kraftverbraucher aufgenommen. Abb. 4 zeigt einen Ausschnitt aus diesen Aufzeichnungen. In Abb. 5 ist der Leistungsbedarf über 24 h wiedergegeben. Der treppenförmige Linienzug stellt die in je 6 min benötigte mittlere Leistung und der darüber befindliche Linienzug die in je 6 min aufgetretene Leistungspitze dar. Die von dem treppenförmigen Linienzug begrenzte Fläche entspricht der innerhalb 24 h für Kraftzwecke verbrauchten elektrischen Arbeit.

Deutlich machen sich in den Leistungslinien der Abb. 5 die morgendliche Frühstückspause gegen 8 h, die Mittagspause zwischen 12 h und 13 h sowie die Zeiten des Schichtwechsels um 6 h und 22 h bemerkbar. Der Schichtwechsel um 14 h tritt nicht so deutlich in Erscheinung. Von besonderem Einfluß auf den Leistungsverlauf ist der Betrieb der Kübelkatze am Mischturm. Wie schon aus Abb. 4 hervorgeht, werden hierdurch Leistungschwankungen von ungefähr 300 kW verursacht. Die Betriebszeiten der Kübelkatze (am Tage der Untersuchung waren von den beiden Katzen zur Zeit nur stets eine in Betrieb) wurden darum auch in der Abb. 5 besonders gekennzeichnet. Die Koksausdrückmaschine macht sich dagegen nur unerheblich bemerkbar.

Bei ungestörtem Betrieb und gleichbleibenden Betriebsverhältnissen dürften die Leistungslinien der übrigen Arbeitstage einen ähnlichen Verlauf aufweisen.

Die jährlichen Benutzungstunden der Höchstleistung betragen bei Vollbetrieb der Batterie 2 5090. Die Höchstleistung verhält sich zum Anschlußwert wie 1180 zu (4104,4 + 92) oder wie 1 zu 3,56. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist somit 0,281.

In Abb. 6 ist im größeren Maßstab der Leistungsbedarf einer Kübelkatze über ein Arbeitspiel dargestellt. Die beim Hochziehen eines vollen Kübels benötigte Leistung beträgt ungefähr 200 kW. Der Stromverbrauch für ein vollständiges Arbeitspiel beläuft sich nach dieser Abbildung auf 4,24 kWh.

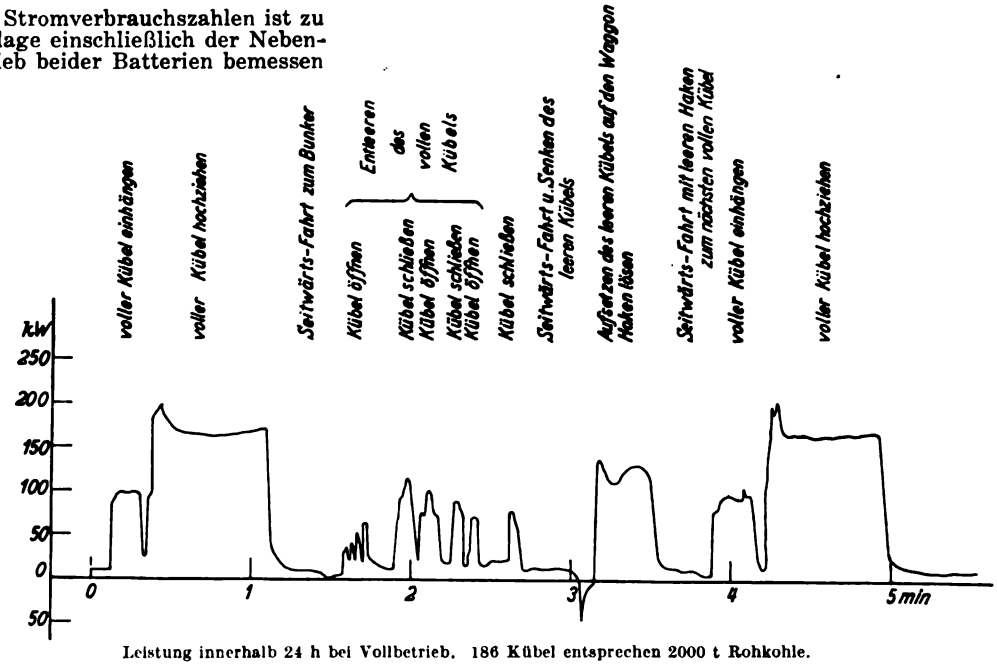
Zahlentafel 4. Wahrscheinlicher Stromverbrauch innerhalb 24 h bei Vollbetrieb der Batterien 1 und 2. Trockenkokserzeugung 1960 t.

	kWh	kWh je t Trockenkoks	%
Kokerei			
Misch- und Transportanlage zu den Kohlentürm.	3 240	1,65	14,70
Ofenanlage	590	0,30	2,67
Kokslösch- u. Kläranlage	350	0,18	1,60
Sieberei	730	0,37	3,30
Kokerei zusammen	4 910	2,50	22,27
Nebengewinnung	12 510	6,38	56,89
Hilfsbetriebe	3 400	1,74	15,51
Beleuchtung	1 189	0,60	5,33
insgesamt	22 000	11,22	100

Bei der Beurteilung der Stromverbrauchszahlen ist zu berücksichtigen, daß die Anlage einschließlich der Nebengewinnung für den Vollbetrieb beider Batterien bemessen ist. Da am Untersuchungstage die Batterie 1 still lag, war die Anlage nach Zahlentafel 1 nur zu 56,25 % ausgenutzt. Hierdurch wird naturgemäß der gesamte Stromverbrauch, bezogen auf die Tonne Kokserzeugung, verhältnismäßig hoch. Bei Vollbetrieb beider Batterien würden sich wahrscheinlich die in Zahlentafel 4 aufgeführten Werte ergeben. Wie ersichtlich, ist der Gesamtstromverbrauch größer. Der Verbrauch je Tonne Kokserzeugung ist dagegen erheblich niedriger.

Auch in der Zahlentafel 4 sind die Verluste anteilig auf die einzelnen Betriebe umgelegt worden.

Abb. 3 zeigt in zeichnerischer Darstellung den wahrscheinlichen Stromverbrauch je Tonne Kokserzeugung bei verschiedenen Ausnutzungsgraden der Gesamtanlage.



Leistung innerhalb 24 h bei Vollbetrieb. 186 Kübel entsprechen 2000 t Rohkohle.
Gewicht eines leeren Kübels 3,0 ··· 3,1 t. Kohlengewicht eines vollen Kübels rd. 12,5 t.

Abb. 6. Arbeitspiel der Kübelkatze beim Aufgeben der in Kübelwagen zugeführten Rohkohle in den Mischturm.

Digitized by Google

Abb. 7 zeigt die Leistungsaufnahme der Koksausdrückmaschine für ein vollständiges Arbeitspiel. Unter Arbeitspiel ist verstanden:

1. das Drücken des Kokskuchens,
2. das Herausziehen der Druckstange,
3. das Einhängen der Tür,
4. das Planieren des frisch eingefüllten Ofeninhaltes,
5. das Fahren zum nächsten zu drückenden Ofen,
6. das Abheben der Tür dieses Ofens.

Der Stromverbrauch für diese einzelnen Arbeitsvorgänge ist auf Grund der Messungen:

für	1. . . .	0,35 kWh
„	2. . . .	0,28 „
„	3. . . .	0,18 „
„	4. . . .	0,81 „
„	5. . . .	0,60 „
„	6. . . .	0,18 „
	insgesamt	2,40 kWh.

Zahlentafel 6. Gaserzeugung und Verbrauch je Arbeitstag bei Vollbetrieb der Batterie 2.

Gaserzeugung	464 000 m³	100 %
Gasverbrauch		
Heizung der Öfen	198 000 m³	42,7 %
Kokereikesselhaus.	9 760 m³	2,1 %
Abgabe an Ruhrgas AG. . .	249 940 m³	53,8 %
Abgabe an Zeche	6 300 m³	1,4 %
	464 000 m³	100 %

unterer Heizwert des Gases 4346 kcal/m³.

In Zahlentafel 7 ist der arbeitstägliche Energieverbrauch von Strom, Dampf und Gas zusammengestellt und auf Wärmeeinheiten umgerechnet worden. Als Erzeugungswärme wurden dabei für 1 kWh 8000 kcal und für 1 kg Dampf 900 kcal eingesetzt. Der Strom war demnach mit nur 9,1 % am Gesamtenergieverbrauch, der Dampf mit 28,3 und das Gas mit 62,6 % am Energieverbrauch beteiligt.

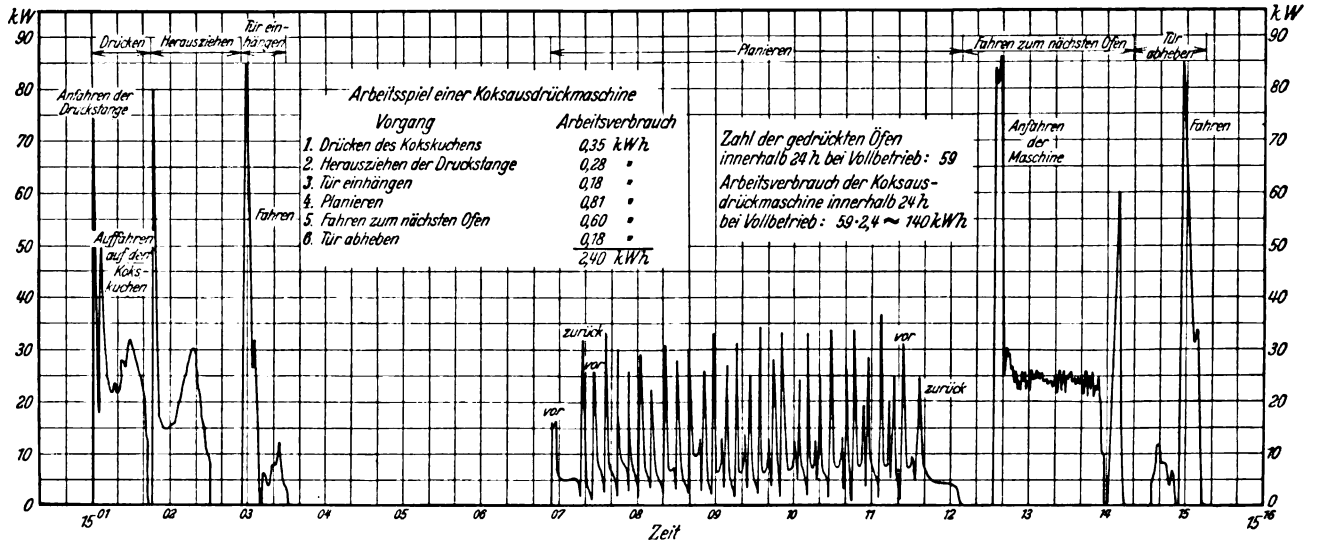


Abb. 7. Leistungsaufnahme der Koksausdrückmaschine über ein Arbeitspiel.

Der Stromverbrauch für ein solches Arbeitspiel beträgt also nur 2,4 kWh oder bei Vollbetrieb der Batterie 2 59 · 2,4 = 140 kWh in 24 h. Die innerhalb eines Arbeitspieles erforderliche Höchstleistung liegt zwischen 80 und 90 kW.

Der Leistungsfaktor des gesamten Netzes bewegt sich bei Vollbetrieb der Batterie 2 um 0,7.

Abschließend sei noch ein kurzer Überblick über die gesamte Energiewirtschaft der Zentralkokerei Nordstern bei Vollbetrieb der Batterie 2 gegeben. Zahlentafel 5 erteilt Auskunft über die Dampferzeugung und den Frischdampfverbrauch am Untersuchungstage. Der Gassauger im Maschinenhaus war allein mit 25,17 % am Frischdampfverbrauch beteiligt. 30,7 % des Verbrauches entfielen auf den für die Gasabgabe an die Ruhrgas-AG. laufenden Gassauger in der Gasreinigung und die Gaskompressoranlage.

Zahlentafel 5. Frischdampfwirtschaft für einen 24stündigen Arbeitstag bei Vollbetrieb der Batterie 2.

Dampferzeugung	453 t	100 %
Dampfverbrauch		
Spülpumpe Vorlage	29 t	6,40 %
Gassauger Maschinenhaus . . .	114 t	25,17 %
Ammoniakgewinnung	47 t	10,37 %
Benzolgewinnung	70 t	15,44 %
Gassauger in der Gasreinigung	40 t	8,83 %
Gaskompressor	99 t	21,87 %
Kesselhaus Eigenverbrauch . .	24 t	5,29 %
Sonstiges, Heizung, Verluste . .	30 t	6,63 %

In Zahlentafel 6 sind die erzeugten sowie verbrauchten und nach außerhalb abgegebenen Gasmengen zusammengestellt. Wie ersichtlich, wurden von der Erzeugung rd. 47,1 % selbst verbraucht und 52,9 % abgegeben.

Wenn diese Beteiligung des Stromes somit verhältnismäßig gering erscheint, so ist die Elektrizität für den Kokerei- und Nebengewinnungsbetrieb kraftwirtschaftlich doch von ausschlaggebender Bedeutung.

Setzt man den Preis für 1 kWh zu 3 Pf, für den Dampf zu 3 RM/t und für das selbstverbrauchte Gas zu 1,5 Pf/m³ ein, so ergeben sich die in Zahlentafel 8 aufgeführten Werte. An den Energiekosten ist der Strom dann mit 9,9 % beteiligt.

Zahlentafel 7. Arbeitstäglicher Energieverbrauch bei Vollbetrieb der Batterie 2.

	Menge	kcal				
		Erzeugungswärme bzw. Heizwert	insgesamt	%	je t Trokkenkohle	je t Koks
elektrische Energie	16 450 kWh	8000 kcal/kWh	131 600 000	9,1	88 798	116 873
Dampf .	453 t	900 kcal/kg	407 700 000	28,3	275 101	362 078
Gas. . .	207 760 m³	4346 kcal/m³	902 925 000	62,6	609 261	801 887
insgesamt			1 442 225 000	100		

Zahlentafel 8. Arbeitstägliche Energiekosten bei Vollbetrieb der Batterie 2.

	arbeitstäglicher Verbrauch	Einheitspreis	arbeitstägliche Energiekosten RM	%
elektrische Energie	16 450 kWh	0,03 RM/kWh	493,5	9,9
Dampf	453 t	3,00 RM/t	1359,0	27,4
Gas für Ofen- und Kesselbeheizung	207 760 m³	0,015 RM/m³	3116,4	62,7
			4968,9	100

Digitized by Google

Ein Gerät zum Messen des Frequenzspektrums von Rundfunkstörern.

(Mitteilung des VDE-Unterausschusses für Rundfunkstörungs-Meßverfahren.)

Von Walter Wild, Berlin.

Übersicht. Um für die Untersuchung hochfrequenter Störer ein objektives Meßverfahren zu schaffen, hat die VDE-Kommission für Rundfunkstörungen vor etwa Jahresfrist einen Unterausschuß gebildet, der sich dem eingehenden Studium der Störereigenschaften und ihrer meßtechnischen Erfassung widmete. Die Firma Siemens & Halske wurde an diesen Arbeiten beteiligt und mit der Entwicklung eines Meßgeräts für Störeruntersuchungen betraut. Dieses Gerät soll nachstehend näher beschrieben werden.

Meßgedanke.

Ein Störer läßt sich in seinem hochfrequenten Verhalten am besten dadurch kennzeichnen, daß man ihn als hochfrequenten Generator betrachtet und durch Angabe einer elektromotorischen Größe und seiner Konstanten beschreibt. Als solche charakteristischen Werte des Störers wird man zweckmäßig die Leerlaufspannung und den inneren Widerstand oder auch den Kurzschlußstrom und inneren Leitwert angeben. Diese Größen sind, wie das auch sonst in der Elektrotechnik üblich ist, durch Messungen der Klemmenspannung bei verschiedenen, ausgezeichneten Belastungen des Störers zu ermitteln. Wenn hier und in der Folge dem Starkstromtechniker sehr geläufige Bezeichnungen gebraucht werden, wie Belastung für den äußeren Widerstand, Leerlauf und Kurzschluß als Sonderfälle der Belastung, Klemmenspannung, innerer Widerstand usw., so haben diese Begriffe ganz die auch sonst übliche Bedeutung; sie bezeichnen aber hier elektrische Werte für die Hochfrequenz, u. zw. für das zur Messung jeweils herausgegriffene schmale Frequenzband. Den niederfrequenten und mechanischen Zustand des Störers wollen wir im Gegensatz zur hochfrequenten Belastung mit dem Worte Last kennzeichnen. Letztere ist für unsere Betrachtungen von untergeordnetem Interesse und nur mittelbar auf die Störung insofern von Einfluß, als sich mit der Stromaufnahme bei Änderung der Last auch der Vorgang der Hochfrequenzerregung ändern kann.

Die Darstellung des Störers als Ersatzgenerator mit konstanter EMK und konstantem innerem Widerstand ist streng genommen nicht zulässig, da der Störer kein lineares Widerstandsgebilde (Netzwerk) ist. Bei ihm entstehen ja die störenden, hochfrequenten Spannungen meist unter Funkenbildung durch Stromschlüsse und -unterbrechungen, also in Schaltelementen mit nichtlinearem Strom-Spannungs-Verlauf. Man müßte deshalb zur vollständigen Beschreibung des Störers Belastungskennlinien angeben, die jedoch nur aus umfangreichen Meßreihen zu gewinnen wären. Nur in seltenen Fällen, vielleicht bei Untersuchung von Schalterstörungen, dürfte es nötig sein, sich dieser Mühe zu unterziehen. Günstigerweise stellen nämlich die Nutzwicklungen der meisten Störer hohe und konstante innere Widerstände dar, die den Einfluß der Nichtlinearitäten stark abschwächen. Ihre Wirksamkeit wird noch dadurch erhöht, daß sie infolge der Querkapazitäten für die Hochfrequenz zu Kettenleitern werden, die zwischen den Störerklemmen und dem eigentlichen Hochfrequenzerreger liegen. So haben z. B. kleinere Hauptschlußmotoren mit symmetrisch aufgeteilten Feldwicklungen innere hochfrequente Widerstände, die bei Motorstillstand gemessen oft unabhängig davon sind, ob die Kohlebürsten den Kommutator berühren oder abgehoben werden. Bedenkt man, daß die Größe der Störerspannungen noch anderen Einflüssen unterliegt, wie z. B. der Erwärmung, Abnutzung und Verschmutzung der Kontaktstellen, und daß sie im Betrieb deshalb dauernde Schwankungen zeigt, so wird man an die Meßgenauigkeit keine zu hohen Ansprüche stellen dürfen, die mit der Reproduzierbarkeit der Meßwerte doch nicht in Einklang stünden. Aus diesem Grunde kann der Störer in der Regel noch als lineares Netzwerk betrachtet werden, und es läßt sich dann auch das Ersatzschaltbild des Generators mit konstanter EMK und konstantem innerem Widerstand anwenden.

Ein Meßgerät zur quantitativen Untersuchung von Störern hat nun vorwiegend zwei Forderungen zu erfüllen. Erstens muß es gestatten, für den Störer unter gleichzeitiger Stromversorgung aus einem Starkstromnetz beliebige hochfrequente Belastungen herzustellen. Zu diesem Zweck ist zwischen speisendem Netz und Störer eine Hochfrequenzsperre erforderlich. Als solche wird bei dem entwickelten Gerät ein abstimmbarer Sperrkreis verwendet, der zugleich zur Blindbelastung des Störers dient. Die Wirksamkeit dieses Sperrmittels steht in engem Zusammenhang mit der zweiten Forderung, der einer selektiven und definierten Spannungsmessung. Wir werden auf diesen Zusammenhang noch bei Erörterung meßtechnisch günstiger Belastungsfälle zu sprechen kommen und wollen uns zunächst der Frage der Spannungsbewertung zuwenden. Zweitens muß nämlich, um das Frequenzspektrum eines Störers zu ermitteln, die Spannung an den Störerklemmen selektiv über das interessierende Frequenzgebiet abgetastet werden. Vor der Spannungsanzeige ist deshalb eine hochfrequente Siebung vorzunehmen, die bei kleiner und

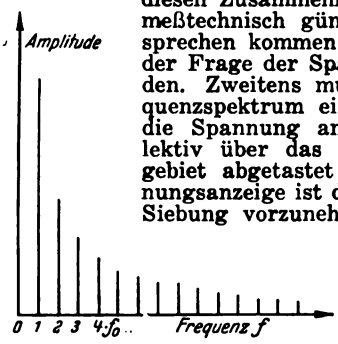


Abb. 1a. Linienspektrum bei fester Grundfrequenz f_0.

praktisch konstanter Durchlaßbreite über den ganzen Frequenzbereich von 150 ··· 1500 kHz stetig verschoben werden kann.

Fast alle Störer mit Funkenerregung haben erfahrungsgemäß im Rundfunkgebiet ein praktisch kontinuierliches Frequenzspektrum. Dies erscheint zunächst befremdend, da das große Heer der Störer eine ausgeprägte Grundwelle besitzt, wie sie die Lamellenfrequenz bei Motoren, die Unterbrecherfrequenz bei Weckern oder Heilgeräten darstellen. Jedoch treten die ins Hochfrequenzgebiet fallenden vielzahligen Oberwellen nicht mehr als getrennte Frequenzen in Erscheinung, sondern sie sind infolge immer vorhandener Frequenz- und Amplitudenschwankungen moduliert und laufen ineinander. Abb. 1a zeigt ein Linienspektrum, wie man es von periodischen Störern zunächst erwarten könnte. Die einzelnen Frequenzen folgen einander im konstanten Frequenzabstand der Grundwelle f_0, die meist einige hundert bis einige tausend Hertz besitzt. Dieses Frequenzbild 1a kann jedoch nur entstehen, wenn die einzelnen Störvorgänge, also z. B. der Ablauf der Bürsten von den Kommutatorlamellen, in ihrer Zeitfolge und in ihrem Spannungsverlauf sich vollkommen gleichmäßig abspielen. Schon wegen mechanischer Erschütterungen ist eine derartige Regelmäßigkeit nie zu erwarten, und es werden deshalb die Frequenzen zunehmender Ordnungszahl zu immer breiteren Bändern, die im Frequenzgebiet des Rundfunks sich

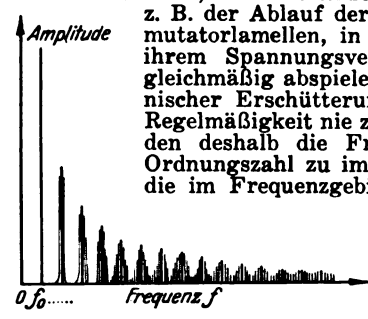


Abb. 1b. Quasikontinuierliches Spektrum bei schwankender Grundfrequenz f_0.

bereits zu einem kontinuierlichen Spektrum überlappen. Schematisch ist dieser Vorgang in Abb. 1b dargestellt.

Da man also in der Regel mit einem kontinuierlichen Störerspektrum rechnen kann, genügt es, zu dessen Messung an verschiedenen Frequenzstellen des interessierenden Frequenzgebietes ein verhältnismäßig schmales Band aus dem Spannungsspektrum auszusieben und seinen Effektivwert zu messen. Es ist dabei nicht einmal nötig, daß das Siebmittel über den ganzen Frequenzbereich von 150 ··· 1500 kHz eine konstante Lochbreite beibehält. Denn innerhalb schmaler Frequenzbänder kann die Spannungsamplitude als konstant angenommen und der Meßwert auch auf andere beliebige, noch schmalere Siebbreiten umgerechnet werden. Zu beachten hat man dabei nur, daß die gemessene Effektivspannung durch eine quadratische Addition entsteht und sich deshalb nicht linear, sondern nur mit der Quadratwurzel der Bandbreite des Siebmittels ändert. Man kann sich dies durch folgende Betrachtung veranschaulichen. Würde man ein extrem schmales Band

Digitized by Google

von der Breite $\mathrm{d}f$ herausgreifen und mit einem Effektivwertzeiger messen, so wäre die Anzeige, die ja im Grunde auf einer Leistungsmessung beruht, proportional einem Wert $u^2\,\mathrm{d}f$. Für ein breiteres Frequenzband von f_1 bis f_2 wird dann der Effektivwert der Spannung:

$$U = \sqrt{\int_{f_1}^{f_2} u^2\,\mathrm{d}f} \approx u\sqrt{\int_{f_1}^{f_2} \mathrm{d}f} = u\sqrt{f_2 - f_1}.$$

Dabei ist als Näherung die Spannungsgröße u über das betrachtete schmale Frequenzband $f_2 - f_1$ des kontinuierlichen Spektrums als konstant angesetzt und deshalb vor das Integralzeichen genommen. Die Größe u ist ableitungsgemäß die Effektivspannung des Störers im Frequenzband $\Delta f = 1$. Sie läßt sich gemäß vorstehender Formel aus der mit dem Gerät gemessenen Effektivspannung U und der Lochbreite $f_2 - f_1$ des Siebmittels leicht berechnen und durch Messungen bei mehreren Meßfrequenzen $\frac{f_2 + f_1}{2}$ in ihrem spektralen Verlauf darstellen. Wir wollen sie als Maß für die Intensität im Spannungsspektrum benutzten und mit Spannungsbelag bezeichnen. Entsprechend der Gleichung $u = U/\sqrt{f_2 - f_1}$ ist ihre Dimension $\mathrm{V\,Hz^{-1/2}}$. Zur Kennzeichnung des Störers im hochfrequenten Kurzschluß wird sinngemäß der Störerstrom an die Stelle der Spannung treten und im Frequenzspektrum dann ganz analog als Strombelag i_k von der Dimension $\mathrm{A\,Hz^{-1/2}}$ darzustellen sein. Schließlich werden wir auch die maximale Störerleistung in ihrer Frequenzverteilung angeben können. Sie wird sich als Produkt aus einem Strom- und Spannungsbelag ergeben und die Dimension $\mathrm{W\,Hz^{-1}}$ erhalten, weshalb wir sie mit Energiedichte bezeichnen wollen. Damit gewinnen wir ein physikalisch anschaulicheres Bild, als es die Frequenzspektren von Strom- und Spannungsbelag des Störers vermitteln, da auch die Darstellung spektraler Energieverteilung aus der Optik wohl geläufig ist.

Es mag den Anschein haben, daß die Kenntnis des reinen Hochfrequenzspektrums nur theoretisch-wissenschaftlichen Wert besitze, sich aber nicht auf die akustische Störwirkung übersetzen ließe, die in der Praxis nach der Demodulation auftritt. Dem ist jedoch nicht so. Praktisch interessiert nämlich nur der Fall, daß die Störwelle in ein Empfangsgerät einfällt, das bereits auf die Trägerwelle eines Senders abgestimmt ist. Je nach der zufälligen Phasenlage zwischen der vorherrschenden Trägerwelle und der in den Abstimmkreisen gefilterten Störwelle kann sich die Störung mehr oder weniger empfindlich bemerkbar machen. Am stärksten wird sie, falls sich die Störwelle infolge Phasengleichheit oder -opposition in ihrer vollen Amplitude auf den Träger lagert. Es entsteht dann nach der Gleichrichtung als niederfrequente Störspannung genau die Hüllkurve der in den Hochfrequenzstufen des Empfängers ausgesiebten Störwelle. Eine im Niederfrequenzteil etwa durch eine Tonblende vorgenommene weitere Bandbeschneidung ist dabei einer entsprechenden hochfrequenten Siebung gleichzusetzen, wenigstens dann, wenn das Gerät bereits einigermaßen trennscharf in den Hochfrequenzkreisen ist. Zwischen dem Effektivwert der niederfrequenten Störspannung in einem Empfangsgerät und der gemessenen effektiven Hochfrequenz besteht somit bei gleicher Trennschärfe des Siebmittels genaue Proportionalität. Damit ist auch ein linearer Zusammenhang zwischen dem Spannungsbelag des Spektrums und der effektiven niederfrequenten Störspannung gegeben.

Bei gleichmäßigen Geräuschen, etwa dem Brodeln oder Rauschen motorischer Störer, ist nun der Effektivwert der tonfrequenten Spannungen schon ein gutes Maß für den vom Ohr empfundenen Lautstärkeeindruck. Dagegen sind Geräusche, in denen zeitweise hohe Lautspitzen auftreten und die das Ohr als Knack- oder Knattergeräusche empfindet, durch eine Effektivwertmessung (mit großer Integrationszeit T) nicht mehr physiologisch richtig zu erfassen. Hier spielt nämlich die zeitliche Abhängigkeit des Hörens eine Rolle. Während Schalldrücke von längerer Wirkungsdauer (etwa über 200 ms) vom Ohr in ihrer vollen Amplitude bewertet werden, werden Schalldrücke von kurzer Dauer (etwa bis 20 ms) nur mehr ihrem Impulswerte entsprechend, also gemäß dem Integral aus dem Schalldruck über der Zeit empfunden. Ein Meßgerät, das diese Zeitabhängigkeit des Höreindrucks durch eine entsprechende Integrationszeit T nachbildet, besteht für tonfrequente Messungen bereits im Lautspitzenmesser, der seit längerer Zeit viel zur Überwachung der Senderaussteuerungen verwendet wird. Sein Grundsatz läßt sich auch auf die Impulsmessung hochfrequenter Störspannungen übertragen, wobei dieselbe zeitabhängige Bewertung vorgenommen werden kann.

Das menschliche Ohr nimmt Frequenzen bis etwa 4 ··· 5 kHz deutlich wahr und verlangt auch für gute Sprach- und Musikübertragung eine Wiedergabe bis zu diesen Frequenzen. Es ist deshalb logisch, auch für das zur Impulsmessung aus dem Störerspektrum herausgegriffene Frequenzband eine Breite von rd. ± 4,5 kHz zu fordern und es so der Breite des für Rundfunksender zur Verfügung stehenden Übertragungskanals und der für guten Empfang anzustrebenden Trennschärfe eines Empfängers anzupassen. Die Lochbreite des in der Durchlaßfrequenz stetig zu verändernden Siebmittels muß natürlich für die Impulsmessung über den gesamten Wellenbereich des Rundfunks konstant bleiben, eine Bedingung, die für die Effektivwertmessung und die Berechnung des Spannungsbelages nicht erforderlich wäre. Jedoch ist eine eindeutige Umrechnung der gemessenen Impulswerte auf andere, beliebig schmale Siebbreiten nicht mehr möglich, und im Frequenzspektrum kann deshalb der Impuls auch nur in Volt, Amp. bzw. Watt, bezogen auf die bei der Messung verwendete konstante Siebbreite, angegeben werden. Damit liegen die Forderungen für das Meßgerät hinsichtlich Spannungsanzeige und Trennschärfe des Siebmittels überlegungsmäßig fest, und wir wollen uns nun dem Aufbau des Gerätes selbst zuwenden.

Meßaufbau.

Die Schaltung des gesamten Meßplatzes zur Störeruntersuchung zeigt Abb. 2. Der Störer kann je nach Bedarf aus einem Gleich- oder Wechselstromnetz gespeist werden. Um Netzstörungen fernzuhalten, wird die Spannung am Eingang über Drosseln gut gesiebt und für die Hochfrequenz durch Blockkondensatoren nach der durchgehenden Erde E des Meßplatzes kurzgeschlossen. Befindet sich der Schalter U_1 in der unteren Stellung, so kann die Spannung des Störers symmetrisch, d. h. an den beiden Netzanschlußklemmen gemessen werden. Der niederfrequente Speisestrom wird hierbei dem Störer bei A unmittelbar, bei B über einen Sperrkreis S zugeführt. Ist letzterer auf die Mitte der Durchlaßfrequenz des Hauptsiebes H eingestellt, die in der Folge mit Nennfrequenz der Messung bezeichnet werde, so befindet sich für diese der Störer im hochfrequenten Leerlauf. Der Schalter U_2

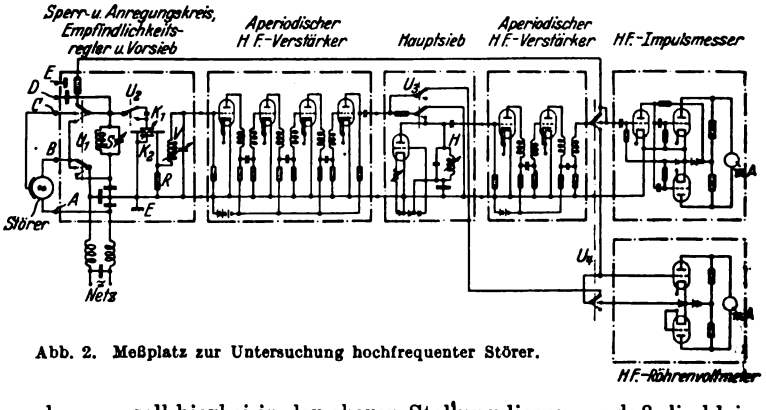


Abb. 2. Meßplatz zur Untersuchung hochfrequenter Störer.

soll hierbei in der oberen Stellung liegen, so daß die kleine Kapazität K_1 des Meßgeräteingangs mit zum Sperrkreis zu rechnen ist. Beim Umlegen des Schalters U_2 nach unten wird der Störer durch den Kondensator K_2 praktisch bis zum hochfrequenten Kurzschluß mit einer Kapazität $K_2 - K_1$ belastet. Dies gilt jedoch nur für die große Zahl der Störer mit hohen inneren Widerständen. Ist dagegen ein Störer zur Störungsverminderung an seinen Klemmen mit Kondensatoren beschaltet, so befindet er sich auch nach Belastung mit K_2 für die Hochfrequenz noch im Leerlauf. Dies ist deshalb günstig, weil durch das Umschalten des Geräteinganges von K_1 auf K_2 eine Empfindlichkeitsteigerung erreicht wird, die gerade für die Messung gut entstörter Geräte sehr wertvoll ist. Läßt man den Schalter U_2 in seiner oberen Stellung, so kann eine beliebige induktive oder kapazitive Belastung des Störers auch dadurch erzielt werden, daß man den Drehkondensator des sehr verlustarm gehaltenen Sperrkreises verstellt. Durch zusätzliches Parallelschalten eines veränderlichen Wirkwiderstandes, der an den Klemmen D und E anzuschalten wäre, kann schließlich das gesamte interessierende Belastungsfeld komplexer Wider-

Digitized by Google

stände mit positivem Wirkanteil bestrichen werden. Um auch die zwischen den Klemmen einerseits und dem Körper eines Störers anderseits auftretenden sog. unsymmetrischen Störspannungen messen zu können, wird der Schalter U_1 in die Mittelstellung gebracht. Der Störer wird dann unmittelbar aus dem blockierten Netz gespeist, während der Sperrkreis zwischen Klemmen und Gehäuse des Störers liegt und wieder zur stetig regelbaren Blindbelastung dient.

Die an den Klemmen bzw. an einer Klemme und dem Körper des Störers abgegriffene Störerspannung wird dem eigentlichen Meßgerät über die Kondensatoren K_1 und K_2 und den Widerstand R zugeführt. Dabei findet eine mehrfache Spannungsteilung statt, die durch Verstellen des Differentialkondensators K_2 zugleich eine Empfindlichkeitsregelung über drei Dekaden ermöglicht. Wichtig ist hierbei, daß der Eingangswiderstand der Schaltung, vom Störer her betrachtet, konstant bleibt, so daß der einmal geschaffene Belastungszustand des Störers durch die Empfindlichkeitsregelung nicht verändert wird. Diese Bedingung erfüllt der Differentialkondensator K_2 dadurch, daß der eine der Statoren unmittelbar an Erde gelegt ist, während der zweite Stator über einen im Vergleich zum kapazitiven Widerstand von K_2 sehr kleinen Wirkwiderstand an Erde liegt, nämlich über den Widerstand R und den dazu parallelen und auf die jeweilige Meßfrequenz abgestimmten Reihenresonanzkreis V. Da beim Differentialkondensator bekanntlich die Summe der zwei Teilkapazitäten vom Rotor nach den beiden Statoren konstant bleibt, kann in der hier gewählten Schaltung auch die Eingangskapazität von K_2 wenigstens für die Meßfrequenz als praktisch unveränderlich gelten. Nun besitzt der Kondensator K_2 noch einen zweiten Rotor, der nach Erde geschaltet ist. Dieser bewirkt einmal durch eine Art Teilschirmung, daß die wirksame Kopplungskapazität vom nichtgeerdeten Rotor nach dem Stator an R über mehr als zwei Dekaden verstellt werden kann, ferner daß zwischen Rotor und Stator eine ihrer Kopplungskapazität genau proportionale Spannungsteilung erfolgt. Die am Rotor anstehende Spannung ist aber entweder die Klemmenspannung des Störers selbst oder die über K_1 im Kapazitätsverhältnis $\frac{K_1}{K_1+K_2}$ verminderte Klemmenspannung, die nun auf dem Wege nach R nochmals definiert und stetig regelbar geteilt wird.

Während nun die erste Teilung rein kapazitiv und somit frequenzunabhängig ist, wird bei der zweiten Teilung über Kapazität und Widerstand ein Frequenzgang hereingebracht. Lassen wir zunächst den Resonanzkreis V, der nur für die Meßwelle einen kleinen Widerstand darstellt, außer acht und bedenken, daß auch der Widerstand R immerhin so klein ist, daß er erst auf den kurzen Wellen in die Größe der kapazitiven Widerstände kommt, so erkennen wir leicht folgendes. Wenn ein Störer ein im wesentlichen der Frequenz reziprokes, also nach einer Hyperbel verlaufendes Amplitudenspektrum besitzt, wie es etwa die Abb. 1 zeigt, so hat das am Widerstand R auftretende Spannungspektrum infolge der Teilung über K_2 und R einen Verlauf, bei dem die Amplituden über den ganzen Frequenzbereich etwa konstant bleiben. Erfahrungsgemäß haben nun die meisten Störer, bei denen die einzelnen Störvorgänge in plötzlichen Strom- und Spannungsprüngen entstehen, tatsächlich ein Frequenzspektrum, das in rohen Umrissen etwa von einer Hyperbel umhüllt wird, wie es theoretisch auch das Hakenintegral eines Spannungsprungs lieferte. Bei einem solchen Spektrum können aber die vorherrschenden tiefen Frequenzen die aperiodischen Verstärkerstufen bereits übersteuern, bevor noch der Effektivwert des schmalen, zur Messung ausgesiebten Frequenzbandes die zur Anzeige erforderliche Größe erreicht. Ferner schlagen die tiefen Frequenzen im Siebmittel u. U. durch und fälschen dann ebenfalls das Meßergebnis. Beide Gefahren treten jedoch beim Spektrum mit etwa frequenzunabhängigem Amplitudenverlauf nicht auf, und es hat deshalb die Erfahrung auch gezeigt, daß dank der Umbildung des Störerspektrums bei der oben genannten Spannungsteilung einwandfreie Meßergebnisse erzielt werden. Neben diesem Vorteil hat die kapazitiv-ohmische Teilung auch die Wirkung, die niederfrequenten Spannungen vom Gitter des ersten Rohres fernzuhalten.

An den Widerstand R schließt sich als Vorsieb ein Reihenresonanzkreis V an, der jeweils in Übereinstimmung mit dem Hauptsieb auf die Meßfrequenz eingestellt wird. Dieser Kreis bringt einerseits eine erhebliche Spannungstransformation vom Widerstand R zum Eingang des Vorverstärkers, anderseits eine gewisse Vorselektion, die noch einen zusätzlichen Schutz gegen Übersteuerungen bietet. Auf den Dämpfungsverlauf in der Nähe der Nennfrequenz der Messung ist das Vorsieb jedoch so gut wie ohne Einfluß, denn hierfür ist allein das Hauptsiebmittel mit seiner viel höheren Resonanzschärfe maßgebend. Dagegen werden die von der Nennfrequenz weiter abliegenden Frequenzen auch durch das Vorsieb zusätzlich gedämpft.

Im weiteren Aufbau folgt nun ein aperiodischer Verstärker[1], der in vier Empfindlichkeitstufen von etwa je 2,5 Neper Verstärkung zu schalten ist. Daran reiht sich das Hauptsiebmittel an. Es beruht auf einer Spannungsteilung über einen Wirkwiderstand und einen in seiner Eigenwelle stetig zu verändernden Sperrkreis H, an dem die Ausgangspannung abgegriffen wird. Der Forderung kleiner und konstanter Durchlaßbreite des Siebes wurde dadurch genügt, daß die Kapazität des Sperrkreises relativ groß gewählt wurde und konstant bleibt, eine Maßnahme, die deshalb ohne Bedenken angewandt werden konnte, da der Kreis selbst durch eine Dynatronschaltung entdämpft wird. Die Einstellung auf die jeweilige Nennfrequenz erfolgt durch Variometer. Welche Dämpfungskurven das Lochsieb zusammen mit dem Vorsieb erreicht, zeigt Abb. 3 für einige Meßfrequenzen. Die Kurven erfüllen praktisch die nach den theoretischen Überlegungen aufgestellten Bedingungen.

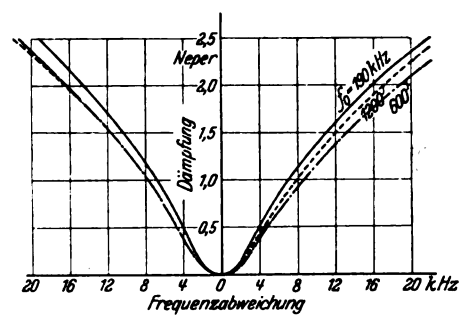


Abb. 3. Dämpfungsverlauf der gesamten Siebmittel.

Die gesiebte Spannung wird weiter nach nochmaliger aperiodischer Verstärkung dem Spannungsmesser zugeführt. Es kann hier wahlweise eine Effektiv- oder Impulsanzeige erfolgen. Im ersteren Falle wird über den Schalter U_4 ein quadratisch zeigendes Rohrvoltmeter[2] angeschlossen, das für die Beurteilung wenig schwankender Störungen, wie sie etwa Motoren zeigen, sehr gut geeignet ist. Zur Messung unregelmäßiger Störer mit starken Spannungspitzen wird dagegen ein hochfrequenter Impulsmesser verwendet, der für die besonderen Meßbedingungen neu entwickelt wurde. Ähnlich dem Rohrvoltmeter ist auch bei ihm eine Brückenschaltung angewandt worden. Die Spannung wird über ein Vorrohr mit Widerstandsverstärkung den Gittern zweier in einer Brücke liegenden Röhren zugeführt. Das Impulsrohr arbeitet in Gittergleichrichtung, also ohne Vorspannung, wobei die Auflade-Zeitkonstante des Gitterkreises der zeitlichen Trägheit des Höreindrucks entspricht. Die Entladezeit des Gitterkreises ist so groß, daß der Stromzeiger mA den Aufladungen gut folgen kann. Das zweite Rohr dient nur zur Kompensation der unerwünschten Anodengleichrichtung im Impulsrohr und erhält zu diesem Zweck eine geeignete Gittervorspannung.

Die praktische Durchführung einer Messung geht nun folgendermaßen vor sich. Der Sperrkreis H des Hauptsiebes wird auf die gewünschte Meßfrequenz eingestellt und sodann durch das Dynatron entdämpft. Dabei ist durch den Schalter U_3 der Vorwiderstand vom Schwingkreis zu trennen und der Schwingeinsatz am Impulsmesser zu beobachten. Hierauf wird der Schalter U_4 nach oben gelegt und dadurch dem Eingang der Apparatur die Hochfrequenz des schwingenden Siebkreises zugeführt. Es läßt sich nun sowohl der Sperrkreis S als auch das Vorsieb V auf die Eigenwelle des Hauptsiebes H einstellen. Zu erkennen ist dabei die richtige Abstimmung der Kreise am Ausschlag des Rohrvoltmeters. Nach Umlegen der Schalter U_1, U_3 und U_4 setzt das Selbstschwingen des Hauptsiebkreises aus, und das Gerät ist nun für die Störermessung vorbereitet. Diese kann, wie bereits beschrieben, bei beliebigen Belastungsfällen mit

[1] Vgl. A. Jaumann, ETZ 1931, S. 985.
[2] Jaumann, wie Fußnote 1.

Digitized by Google

Effektiv- oder Impulsanzeige erfolgen. Um die Verstärkung des einmal für die verschiedenen Meßwellen geeichten Gerätes nachzuprüfen, ist die Möglichkeit einer Eichung vorgesehen. Diese wird bei den Stellungen der Schalter U_1 und U_4 nach oben, U_3 nach unten vorgenommen. Der im Impulsmesser zu beobachtende Schwingeinsatz muß innerhalb bestimmter Einstellungen von K_2 stattfinden, die bei der ersten Eichung des Gerätes festgelegt wurden. Der Sperrkreis S erlaubt durch kleine Verstellungen aus der Resonanzlage die für die günstigste Rückkopplung erforderliche Phasendrehung des Spannungsvektors herbeizuführen. *(Schluß folgt.)*

Abschirmung einer eisenlosen ölgekühlten Drosselspule durch eine Hilfswicklung.

Von Ing. **J. Hak**, Paris.

(Schluß von S. 125.)

Wenn die Abschirmungswicklung aus einem Metallzylinder oder, was auf dasselbe herauskommt, aus mehreren einzelnen geschlossenen Windungen besteht, so können die eben entwickelten Formeln nicht oder nur in erster grober Annäherung verwendet werden. Für die aus zahlreichen hintereinander geschalteten Windungen bestehende Abschirmungswicklung haben wir nämlich, bei Vernachlässigung der radialen Stromverdrängung, die übliche Integrationsmethode benutzen können, die eine gleichmäßige Stromverteilung über den ganzen Wicklungsquerschnitt voraussetzt; bei einem Abschirmungszylinder muß dagegen die Stromverteilung in der Axialrichtung in Betracht gezogen werden. Die genaue Lösung der Aufgabe, die Verteilung der im kurzen Abschirmungszylinder induzierten Ströme zu bestimmen, setzt die Aufstellung der Maxwellschen Gleichungen und deren Integration voraus. Sie stößt auf erhebliche Schwierigkeiten und wurde auch für den viel wichtigeren Fall eines Induktionsofens, der mit unserem Problem gewisse Ähnlichkeit hat, noch nicht durchgeführt[11]. Auch die Methoden, die zur Bestimmung der Stromverdrängung in Leitern von beliebiger Querschnittsform mit Erfolg verwendet werden[12], versagen in unserem Fall infolge der verwickelten Form der das magnetische Feld der Spule ausdrückenden Funktion. Wir wollen uns deshalb mit einem elementaren Näherungsverfahren begnügen, das trotz seiner Einfachheit gut annehmbare Ergebnisse liefert.

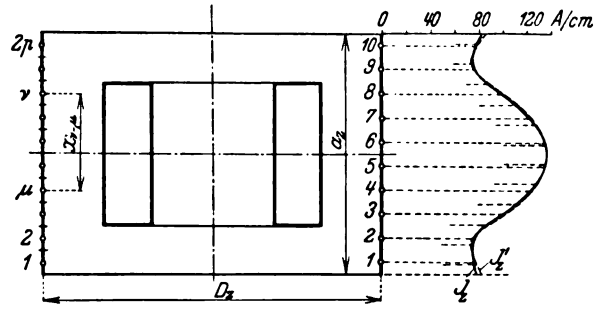


Abb. 4. Bestimmung der Stromverteilung in einem Abschirmungszylinder durch Zerlegung in 2 p Teile. Stromverteilungskurven für den im Beispiel 2 behandelten Fall. (I_z bei Zerlegung in $2p = 10$, I_z' bei Zerlegung in $2p = 12$ Teile.)

Wir vernachlässigen die Radialabmessung r_z des Zylinders und teilen denselben in 2 p gleiche Teile, wie es in der Abb. 4 angedeutet ist. Diese Zylinderteile sind im Verhältnis zu den Spulenabmessungen genügend klein, so daß man eine gleichmäßige Stromverteilung in ihren Querschnitten voraussetzen kann. Die Gegeninduktivität zwischen dem ν-ten Teil und der Spule sei M_ν, die Selbstinduktivität jedes Teils sei m_0 und die Gegeninduktivität zwischen dem ν-ten und dem μ-ten Teil, deren Abstand $x_{\nu-\mu}$ beträgt, sei $m_{\nu-\mu}$. Für das aus der Spule und den 2 p Zylinderteilen gebildete System gilt ein System von 2 p homogenen Gleichungen, welches man bei nicht allzu feiner Teilung (Widerstand jedes Zylinderteils gegenüber seiner Reaktanz vernachlässigt) und nach Einsetzen von $m_{\nu-\mu} = D_z \varphi_{\nu-\mu}$ und $M_\nu = k_1 \mathfrak{M}_\nu$ zu

$$\varphi_0 i_\nu + \sum_{\mu=1\cdots\nu-1}^{\nu+1\cdots 2p} \varphi_{\nu-\mu} i_\mu + \mathfrak{M}_\nu \frac{k_1}{D_z} I = 0,$$

$$\nu = 1, 2, \cdots, 2p,$$

vereinfachen kann[13]. Die Lösung nach i_ν kann in der üblichen Determinantenform erfolgen. Infolge der Symmetrie in bezug auf die Zylinder- und Spulenmitte (wir setzen nur solche symmetrisch um die Spule liegenden Zylinder voraus) läßt sich die Ordnung aller Determinanten zu p erniedrigen. Scheiden wir den Faktor $k_1 I/D_z$ aus, so sind die zu berechnenden Determinanten die folgenden:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \varphi_0 + \varphi_{2p-1} & \varphi_1 + \varphi_{2p-2} & \cdots \\ \varphi_1 + \varphi_{2p-2} & \varphi_0 + \varphi_{2p-3} & \cdots \\ \varphi_2 + \varphi_{2p-3} & \varphi_1 + \varphi_{2p-4} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \end{vmatrix} \qquad (17)$$

und

$$\Delta_\nu = \left| \varphi_0 + \varphi_{2p-1} \cdots \cdots \mathfrak{M}_1 \cdots \cdots \right|, \quad \nu = 1, 2, \cdots, p,$$

wobei die aus $\mathfrak{M}_1 \cdots \mathfrak{M}_p$ bestehende Vertikalreihe die ν-te Vertikalreihe der Determinante Δ ersetzt. Für $2p = 8$ ist also, wenn nur die Indizes geschrieben werden,

$$\Delta = \begin{vmatrix} 07 & 16 & 25 & 34 \\ 16 & 05 & 14 & 23 \\ 25 & 14 & 03 & 12 \\ 34 & 23 & 12 & 01 \end{vmatrix}.$$

Die Teilströme sind dann

$$i_\nu = I \frac{k_1}{D_z} \frac{\Delta_\nu}{\Delta}, \qquad (18)$$

und es ist natürlich $i_\nu = i_{2p-\nu+1}$.

Für die Berechnung der Werte von $\mathfrak{M}_\nu$ genügt es vollkommen, die einzelnen Zylinderteile durch die durch ihre Querschnitts-Mittelpunkte durchgehenden Kreise zu ersetzen, so daß die Formel (1) benutzt werden kann. Auch zur Berechnung der Funktion $\varphi_{\nu-\mu}$ werden die Zylinderteile durch solche Kreise ersetzt, so daß für $\varphi_{\nu-\mu}$ die für die Gegeninduktivität von zwei gleichen koaxialen Kreisen geltenden Formeln zu verwenden sind. Es ist also $\varphi_{\nu-\mu}$ eine Funktion von $\xi_{\nu-\mu} = (\nu-\mu)\frac{a_z}{2pD_z}$. Nur zur Bestimmung von φ_0 und φ_1 ersetzen wir die beiden Teile durch Kreise, deren Entfernung gleich dem mittleren geometrischen Abstand beider Querschnitte ist. Es ist also[14] $\xi_0 = 0{,}223\frac{a_z}{2p}$ und $\xi_1 = 0{,}893\frac{a_z}{2p}$. Werte von φ können zu den in dieser Weise berechneten Werten von ξ mit Hilfe der Kurven Abb. 5 gefunden werden, welche nach einigen bekannten Formeln[15] sowie nach den numerischen Tafeln von Grover[16] gezeichnet wurden.

Die Auswertung von Determinanten höherer Ordnung ist auch ohne Rechenmaschine nicht so schwierig, wie man oft glaubt. Am besten rechnet man mit dem Rechenschieber durch nacheinanderfolgende Abziehung in der Horizontal- oder Vertikalrichtung, bis man zu einer Determinante 2. Ordnung gelangt. Bei Berechnung von Δ_ν wiederholen sich mehrere Vertikalreihen für nacheinanderfolgende ν, was ebenfalls die Arbeit erleichtert.

Trägt man die nach Gl. (18) berechneten Teilströme i_ν oder, besser gesagt, die auf 1 cm Zylinderlänge entfallenden Strombeläge zu den entsprechenden Mittelpunkten ν auf, wie es in der Abb. 4 angedeutet ist, so erhält man eine die axiale Stromverteilung angebende Kurve (I_z in Abb. 4). Das Strommaximum liegt in der Zylindermitte, die beiden Stromminima liegen aber nicht

[11] Vgl. Burch u. Davis, Philos. Mag. Bd. 17, S. 768 (1926) und Arch. Elektrotechn. Bd. 20, S. 211 (1928); ETZ 1928, S. 1688.

[12] Strutt, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 269 (1932) und Ann. Physik Bd. 8, S. 177 (1931). Curtis, Bull. Bur. Stand. Bd. 16, S. 93 (1920).

[13] Das Näherungsverfahren durch Zerlegung wird eingehend in einer anderen Arbeit behandelt, wo auch der Widerstand berücksichtigt wird. Die axiale Stromverdrängung kann sich bei vernachlässigtem Widerstand am stärksten auswirken, wir rechnen deshalb mit größerer Sicherheit.

[14] Rosa, Bull. Bur. Stand. Bd. 2, S. 161 (1906).

[15] Wie Fußnote 3.

[16] Grover, Bull. Bur. Stand. Bd. 20, S. 1 (1924).

Digitized by Google

in den extremen Zylinderteilen. — Bei Benutzung dieser Methode wissen wir natürlich im voraus nicht, ob die gewählte Zerteilung in $2p$ Teile eine genügende Genauigkeit ergeben wird. Wir müßten deshalb jedenfalls die ganze Berechnung mit einer feineren Teilung ($2p + 2$) wiederholen. Erst wenn sich praktisch dieselbe Stromverteilungskurve längs des Zylinders ergibt, kann angenommen werden, daß die Teilung genügend war, d. h., daß eine verfeinerte Teilung infolge unvermeidlicher Fehler, z. B. durch die Ersetzung der Zylinderteile mit Kreisen verursacht, keine Erhöhung der Genauigkeit herbeiführen kann. In der Abb. 4 sind zwei Stromverteilungskurven I_z und I_z' eingetragen, welche für den im Beispiel 2 behandelten Fall mit $2p = 10$ und $2p = 12$ erhalten wurden. Die Unterschiede sind praktisch bedeutungslos — eine Zerteilung in $2p = 10$ Teile erscheint demnach in diesem und in allen ähnlichen Fällen ganz genügend.

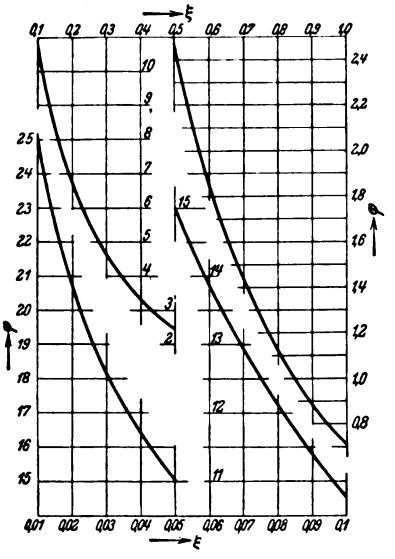


Abb. 5. Berechnung der Gegeninduktivität m zwischen zwei gleichen koaxialen Kreisströmen; $m = D\varphi$ in cm. Werte von φ in Abhängigkeit von $\xi = x/D$; x Entfernung der Kreisebenen, D Durchmesser.

Der Wärmeverlust im Zylinder ist

$$4p\,W_z \frac{k_1^2 I^2}{D_z^2 \Delta^2} \sum_{\nu=1}^{p} \Delta_\nu^2 = 4p \frac{\pi k_1^2 \cdot 10^{-6} I^2}{a_z D_z r_z \Delta^2} \sum_{1}^{p} \Delta_\nu^2 \text{ Watt.} \quad (19)$$

Die Spuleninduktivität L wird auf $L - \sum M_\nu \frac{i_\nu}{I}$ gebracht, also um

$$\sum M_\nu \frac{i_\nu}{I} = 2 \cdot 10^{-6} \frac{k_1^2}{D_z \Delta} \sum_{\nu=1}^{p} \mathfrak{M}_\nu \Delta_\nu \text{ Millihenry} \quad (20)$$

verkleinert. Wollte man eine konstante Querschnittsbelastung längs des Zylinders erhalten, so müßte r_z proportional $1/\Delta_\nu$ für die einzelnen Zylinderteile gewählt werden. Bezeichnet dann r_z' die mittlere Zylinderwandstärke, so beträgt der Zusatzverlust im Zylinder

$$4p \frac{\pi k_1^2 \cdot 10^{-6} I^2}{a_z D_z r_z' \Delta^2} \cdot 2 \left(\sum_{1}^{p} \Delta_\nu \right)^2$$

und ist also im Verhältnis $2\left(\sum \Delta_\nu\right)^2 : \sum \Delta_\nu^2$ kleiner geworden.

Die höchste auf den Zylinderumfang wirkende Radialkraft wird in der Zylindermitte vorkommen. Man berechnet sie mit Hilfe der Gl. (11), wobei statt I_z der auf z. B. 1 cm Zylinderlänge entfallende Strombelag einzusetzen ist. Wir könnten ähnlich die auf die einzelnen Zylinderteile wirkenden Axialkräfte ermitteln, diese Berechnung wird aber kaum praktisch notwendig erscheinen. Wir begnügen uns damit, die Axialkräfte in der Weise abzuschätzen, daß wir die axiale Stromverteilung wieder vernachlässigen und die für eine Wicklung abgeleiteten Gleichungen (12) und (14) mit $n_z = 1$ und $I_z = \sum i_\nu$ benutzen.

Mit der Abschirmung von Drosselspulen sind noch einige theoretisch wichtige Probleme verbunden, wie z. B.: Einfluß der Abschirmung auf die kapazitiven Erscheinungen, Einfluß auf den Wellendurchgang, Wärmeverteilung und Wärmeströmung im Abschirmungszylinder, Einfluß der Ganghöhe auf die Güte der Abschirmung (Gitterproblem) usw., die in unserer Behandlung nicht Platz finden können. Es sei nur noch bemerkt, daß sich die Abschirmungswicklung so eng wie möglich an die zu schützende Wand anschließen muß. Für einen rechteckigen Ölkasten würde eine runde Hilfswicklung nur eine ungenügende Abschirmung ergeben. Für eine rechteckige Hilfswicklung könnten besondere Formeln entwickelt werden. Für technische Zwecke wird aber eine Ersetzung der rechteckigen Hilfswicklung durch eine fiktive runde Wicklung von demselben lichten Querschnitt genügen. Sämtliche für eine runde Wicklung oder für einen Zylinder entwickelten Beziehungen können in dieser Weise mit genügender Annäherung auf den Fall einer rechteckigen Abschirmungswicklung übertragen werden. Auf den Fall einer Dreiphasen-Säulendrosselspule, bei der die Abschirmung durch drei getrennte oder eine gemeinsame Hilfswicklung erfolgen kann und welcher je nach der Richtung der magnetischen Kraftfelder in den drei Spulen zu behandeln wäre, wollen wir nicht näher eingehen.

Beispiel 1. Die Drosselspule der Abb. 1 mit $D = 70$, $a = 60$, $r = 20$, $n = 85$ ist durch eine symmetrisch um die Spule liegende Hilfswicklung von $D_z = 140$, $a_z = 100$, $n_z = 110$, abgeschirmt; $I = 500$ A, $q = 2{,}65$. (Wir wählen absichtlich eine sehr enge Abschirmung, damit alle Erscheinungen, besonders die axiale Stromverteilung im Falle eines Zylinders deutlich hervortreten. Praktisch müßte D_z größer gewählt werden, um den Induktivitäts- und Wärmeverlust zu vermindern.)

Für $\alpha = 60/70 = 0{,}86$ und $\varrho = 20/70 = 0{,}286$ hat man[17] $\Phi = 5{,}8$, so daß die Selbstinduktivität der Spule $L = n^2 D \Phi \cdot 10^{-6} = 85^2 \cdot 70 \cdot 5{,}8 \cdot 10^{-6} = 2{,}94$ mH beträgt. Für die Gegeninduktivität M zwischen der Spule und der Hilfswicklung haben wir nach Gl. (3)

$$\Phi_0 = \frac{\pi^2}{60\,100} \left(70 + \frac{20^2}{3 \cdot 70}\right) (106{,}2 - 72{,}8) = 3{,}94\,.$$

Das zweite Glied in der Gl. (2) beträgt

$$\frac{1}{640} \cdot \frac{5 \cdot 70^4 + 10 \cdot 70^2 \cdot 20^2 + 20^4}{70^2 + \frac{20^2}{3}} \cdot 140^2 \left(\frac{1}{72{,}8^2} - \frac{1}{106{,}2^2}\right) = 1{,}5\,,$$

was gegenüber $C_2 - C_1 = 33{,}4$ etwa 4,5 % ausmacht. Wollen wir genauer rechnen, so setzen wir $\Phi_0 = 1{,}045 \cdot 3{,}94 = 4{,}11$. Die Gegeninduktivität M ist nach Gl. (2)

$$M = 85 \cdot 110 \cdot 70 \cdot 4{,}11 \cdot 10^{-6} = 2{,}68 \text{ mH}\,.$$

Für $\alpha_z = 100/140 = 0{,}71$ entnehmen wir der Abb. 3 den Wert $\Phi_z = 8{,}5$, so daß die Eigeninduktivität der Hilfswicklung nach Gl. (4)

$$L_z = 110^2 \cdot 140 \cdot 8{,}5 \cdot 10^{-6} = 14{,}4 \text{ mH}$$

beträgt. Der Strom I_z in derselben ist nach Gl. (5)

$$I_z = -\frac{2{,}68}{14{,}4} \cdot 500 = -93{,}2 \text{ A}$$

und die Spuleninduktivität L ist nach Gl. (6) und (7) auf

$$2{,}94 - \frac{2{,}68^2}{14{,}4} = 2{,}94 - 0{,}50 = 2{,}44 \text{ mH}$$

gebracht, d. h. um

$$\frac{70}{140} \cdot \frac{4{,}11^2}{5{,}8 \cdot 8{,}5} = 17\,\%$$

verkleinert.

Der Widerstand der Spulenwicklung beträgt bei 50 ° $W = 0{,}0145\,\Omega$ und ihr Wärmeverlust $0{,}0145 \cdot 500^2 = 3620$ Watt. Bei gleicher Kupferbelastung in der Hilfswicklung ist $q_z = 0{,}47$ cm² oder bei rundem Drahtquerschnitt $r_z = 0{,}78$ cm. Nach Gl. (10) beträgt dann der Zusatzverlust $4{,}11/8{,}5 = 48{,}4$ %. Die Widerstandserhöhung infolge radialer Stromverdrängung kann vernachlässigt werden [Gl. (15) u. (16)].

Die größte auf die mittlere Windung der Abschirmungswicklung wirkende Kraft beträgt nach Gl. (11)

$$P_{rm} = 1{,}02 \cdot 10^{-8} \cdot 35\,200 \cdot \frac{140}{2} \cdot \frac{60}{76{,}1^3} \times \\ \times \left(1 - 130 \cdot \frac{8}{76{,}1^3} + 130 \cdot 140^2 \cdot \frac{5}{76{,}1^4} + \ldots\right) \\ = 4{,}2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}/I\,I_z.$$

Die Axialkraft P_A ist nach Gl. (12)

$$P_A = 1{,}02 \cdot 10^{-8} \cdot 35\,200 \left\{ \frac{1}{72{,}8} - \frac{1}{106{,}2} - \frac{40^2}{4 \cdot 72{,}8^3} + \right. \\ + \frac{160^2}{4 \cdot 106{,}2^3} + 130 \cdot 140^2 \left(\frac{1}{72{,}8^5} - \frac{1}{106{,}2^5} - \frac{5}{4} \cdot \frac{40^2}{72{,}8^7} + \right. \\ \left. \left. + \frac{5}{4} \cdot \frac{160^2}{106{,}2^7} \right) \right\} = 0{,}036 \cdot 10^{-4} \text{ kg}/I\,I_z.$$

[17] Wie Fußnote 3.

Digitized by Google

Durch Anlegen der Tangente an die Kurve Abb. 3 im Punkte $\alpha_z = 0{,}71$ findet man $\partial \Phi_z / \partial \alpha_z = -7{,}4$, so daß die Kräfte P'_{rm} und P'_A nach Gl. (13) und (14)

$$P'_{rm} = 1{,}02 \cdot 10^{-8} \cdot 110 \cdot (8{,}5 + 0{,}71 \cdot 7{,}4) = 15{,}4 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{kg}/I_z^2$$

und

$$P'_A = 1{,}02 \cdot 10^{-8} \cdot 2\pi \cdot 110\,(6{,}630 - 0{,}815 + 0{,}177 - 0{,}176 + 0{,}006) = 0{,}41 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{kg}/I_z^2$$

betragen. Bei einem z. B. 20fachen Kurzschlußstrom wirkt auf die mittlere Windung eine augenblickliche Radialkraft

$$(4{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 500 \cdot 93{,}2 + 15{,}4 \cdot 10^{-6} \cdot 93{,}2^2) \cdot 20^2 \cdot 2 = 260\ \mathrm{kg},$$

während die erste Windung der Hilfswicklung durch die Summe

$$(0{,}41 \cdot 10^{-4} \cdot 93{,}2^2 - 0{,}036 \cdot 10^{-4} \cdot 500 \cdot 93{,}2) \cdot 20^2 \cdot 2 = 152\ \mathrm{kg}$$

von axialen Kräften beansprucht ist.

Beispiel 2. Dieselbe Drosselspule ist durch einen Kupferzylinder von $D_z = 140$, $a_z = 100$ abgeschirmt. Wir wählen $2p = 10$ (Abb. 4 rechts) und haben also $\xi_0 = 0{,}223 \cdot 10/140 = 0{,}016$, $\xi_1 = 0{,}893 \cdot 10/140 = 0{,}064$, $\xi_2 = 20/140 = 0{,}143$ und weiter für $\xi_3 \cdots \xi_9$: 0,214, 0,286, 0,357, 0,428, 0,5, 0,571, 0,643. Den Kurven Abb. 5 entnehmen wir dazu die folgenden Werte von $\varphi_0 \cdots \varphi_9$: 22,2, 13,45, 8,60, 6,35, 4,90, 3,80, 3,05, 2,47, 2,01, 1,66.

Nach Gl. (1) berechnen wir Werte von $\mathfrak{M}_\nu$, die mit $k_1 = 32\,500$ multipliziert die Gegeninduktivitäten zwischen der Spule und den einzelnen durch die Mittelpunkte der Zylinderteile gehenden Kreise ergeben. Man erhält [das dritte Glied von Gl. (2) nicht berücksichtigt] der Reihe nach für $\mathfrak{M}_1 \cdots \mathfrak{M}_5$: 0,517, 0,624, 0,721, 0,800, 0,842. Nach dem Schema (17) ist

$$\Delta = \begin{vmatrix} 23{,}86 & 15{,}46 & 11{,}07 & 9{,}40 & 8{,}70 \\ 15{,}46 & 24{,}67 & 16{,}50 & 12{,}40 & 11{,}25 \\ 11{,}07 & 16{,}50 & 26{,}00 & 18{,}35 & 14{,}95 \\ 9{,}40 & 12{,}40 & 18{,}35 & 28{,}55 & 22{,}05 \\ 8{,}70 & 11{,}25 & 14{,}95 & 22{,}05 & 35{,}65 \end{vmatrix}.$$

Für $\Delta_1 \cdots \Delta_5$ ist die 1. ··· 5. Vertikalreihe mit der aus $\mathfrak{M}_1 \cdots \mathfrak{M}_5$ gebildeten Vertikalreihe zu ersetzen. Die nach dem erwähnten Berechnungsverfahren mit dem Rechenschieber durchgeführte Auswertung dieser Determinanten ergab: $\Delta = 1{,}49 \cdot 10^6$, $\Delta_1 = 9{,}2 \cdot 10^3$, $\Delta_2 = 9{,}1 \cdot 10^3$, $\Delta_3 = 11{,}9 \cdot 10^3$, $\Delta_4 = 14{,}4 \cdot 10^3$, $\Delta_5 = 16{,}0 \cdot 10^3$. Nehmen wir, um einen Vergleich zu ermöglichen, $r_z = 0{,}52$ cm an, was dasselbe Kupfergewicht für den Zylinder und die im Beispiel 1 behandelte Wicklung ergibt, so beträgt der Widerstand des Zylinders bei 50° $W_z = 1{,}74 \cdot 10^{-5}\ \Omega$, und der zusätzliche Verlust in demselben ist nach Gl. (19)

$$20 \cdot 1{,}74 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{35\,200^2 \cdot 500^2}{140^2 \cdot 1{,}49^2 \cdot 10^{12}} (9{,}2^2 + 9{,}1^2 + 11{,}9^2 + 14{,}4^2 + 16{,}0^2) \cdot 10^6 = 1920\ \mathrm{W},$$

also 53 % des Spulenwärmeverlustes. Könnte man dagegen die Zylinderdicke den Werten von i_ν oder Δ_ν proportional wählen, so würde er im Verhältnis

$$2 \cdot 60{,}6^2 \cdot 10^6 : 772{,}5 \cdot 10^6 = 0{,}967,$$

d. h. etwa um 3 % zurückgebracht. Die Verminderung der Spuleninduktivität beträgt nach Gl. (20)

$$2 \cdot 10^{-6} \frac{35\,200^2}{140 \cdot 1{,}49 \cdot 10^6} (0{,}517 \cdot 9{,}2 + 0{,}624 \cdot 9{,}1 + 0{,}721 \cdot 11{,}9 + 0{,}800 \cdot 14{,}4 + 0{,}842 \cdot 16{,}0) \cdot 10^3 = 0{,}52\ \mathrm{mH}$$

und ist also praktisch dieselbe wie für die Hilfswicklung.

Beitrag zur Kenntnis der Bleikabelzerstörungen.

Von Dipl.-Ing. W. Zwieg, Karlsruhe.

Übersicht. Nach einem Überblick über verschiedene Zerstörungsmöglichkeiten von Bleikabelmänteln wird an Hand eines bestimmten Falles aus der Praxis über die Beschädigung eines armierten Telephonkabels berichtet. Als primäre Ursache der Zerstörung konnte eine mechanische Beanspruchung (Erschütterungen) festgestellt werden. Der nachteilige Einfluß geringerer Ermüdungsgrenze von Kabelmänteln aus reinem Blei wird eingehend erörtert und auf das einschlägige deutsche und englische Schrifttum verwiesen.

Die Ausbreitung des Fernsprechwesens in den letzten Jahrzehnten hat es mit sich gebracht, daß man auch der Materialfrage ein steigendes Interesse zuwandte. Besondere Beachtung erfordern hierbei diejenigen Werkstoffe, die den Einflüssen der Witterung sowie des Erdbodens ausgesetzt sind und somit der Gefahr einer Korrosion unterliegen. Erfahrungsgemäß haben hier in erster Linie die zum Schutz der Kabel dienenden Kabelmäntel aus Blei als gefährdet zu gelten. Über das Verhalten von Blei verschiedenen Agentien gegenüber gibt eine ziemlich umfangreiche Literatur hinreichend Auskunft[1]. So haben sich besonders mit dem Studium der chemischen Korrosion des Bleis eine stattliche Reihe von Forschern befaßt.

Die Praxis hat jedoch gezeigt, daß nicht alle Zerstörungen auf das Konto der chemischen Einflüsse zu setzen sind. Sie können auch durch mechanische Beanspruchungen allein oder in Verbindung mit Korrosion verursacht werden. Es muß hier vor allen Dingen auf die grundlegenden Arbeiten von P. P. Haigh, S. Beckinsale, H. Waterhouse und O. Hähnel verwiesen werden[1]. Nach der Ansicht dieser Forscher neigen nur solche Bleimäntel zu Riß- und Bruchbildungen, die starken Erschütterungen ausgesetzt werden. Die Intensität dieser Wirkung hängt dabei weniger von der Größe der Beanspruchung als vielmehr von der raschen Aufeinanderfolge der Erschütterungen ab. In Übereinstimmung mit Hähnel kamen die Engländer zu dem Ergebnis, daß Kabelmäntel aus legiertem Blei mechanischen Beanspruchungen weit besser widerstehen als solche aus reinem Blei. Schließlich können auch elektrochemische Vorgänge die Ursache von Bleikabelkorrosionen bilden.

Der Verfasser hatte vor einiger Zeit Gelegenheit, an einem Bleikabel die Ursache mechanischer Zerstörungen und das Wesen einer gleichzeitig aufgetretenen Korrosion festzustellen. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Kabelzuführung zu einer Telephonzentrale, die rd. 4 m von Straßenbahngleisen entfernt liegt. Die Zuleitung zur Zentrale erfolgt durch drei armierte Kabel. Diese treten unter der Mauer in den eigentlichen Raum ein und werden dort in sanft geschwungenem Bogen zu einem an der Wand befindlichen Anschlußverteiler hochgeführt. In der Verlegungstiefe der Kabel bestand der Boden aus aufgeschüttetem Bauschutt von sehr geringem Kalkgehalt. Sein Feuchtigkeitsgehalt bewegte sich in normalen Grenzen und dürfte in den letzten Jahren nie sonderlich hoch gewesen sein. Hierfür sprach unter anderem die Tatsache, daß der unmittelbar auf dem Erdboden aufliegende Holzfußboden keinerlei Fäulnismerkmale an der Unterseite aufwies. Der Grundwasserspiegel stand in einer Tiefe von durchschnittlich 2,8 m. Die beiden äußeren Kabel lagen bereits 10 Jahre im Erdboden und hatten bisher stets einwandfrei gearbeitet. Das mittlere Kabel gab schon nach einer zweijährigen Betriebszeit wiederholt Anlaß zu Störungen und mußte deshalb ausgebaut werden.

Der Aufbau dieses Kabels zeigte folgendes Bild: Die mit Papier einzeln isolierten Kupferleiter waren sämtlich durch eine Papierwicklung zusammengefaßt, über die ein Bleimantel gezogen war. Der Bleimantel selbst war durch mehrere aufeinanderfolgende Lagen von Asphaltpapier, Eisendraht und geteerter Jute geschützt. Erst nach vorsichtiger Entfernung dieser Schutzwicklungen entdeckte man an dem unterhalb des Fußbodens befindlichen Teil des Bleimantels einen rd. 40 cm langen weißlichgrauen Belag. Außerdem fielen mehrere Querrisse, feine durchgehende Löcher sowie ein bis auf die Kupferleiter durchgehender Längsriß von etwa 5 cm auf.

Die mikroskopische Untersuchung des grauweißen Belages ließ erkennen, daß das Korrosionsprodukt zum größ-

[1] Ein Literaturverzeichnis findet sich am Schluß dieses Aufsatzes.

Digitized by Google

ten Teil aus einer weißen, durchscheinenden, teilweise kristallinen Masse bestand, die hie und da von wenigen gelben Kriställchen durchsetzt war. Die chemische Analyse der Substanz ergab Blei nebst geringen Mengen Eisen, beides in chemisch gebundener Form. Während die gelben Kristalle als wasserunlösliches Eisenhydroxyd nachgewiesen wurden, konnte das Blei als basisches Bleikarbonat und zum Teil als Bleinitrat-Nitritverbindung identifiziert werden. Letztere stellt ein Doppelsalz dar, dessen Zusammensetzung nach A b e g g, Handbuch der anorganischen Chemie Bd. III, durch die Formel $Pb(NO_3)_2 \cdot Pb(NO_2)_2 \cdot 2\,Pb(OH)_2 \cdot 2\,H_2O$ ausgedrückt werden kann. Weiterhin war noch zu prüfen, welche Zusammensetzung der unbeschädigte Bleimantel aufwies. Es stellte sich dabei heraus, daß er aus reinstem Blei ohne jeglichen Zusatz von fremden Metallen bestand. Der Vollständigkeit halber wurde schließlich eine Probe des trockenen Erdbodens untersucht und hierbei folgende Zusammensetzung ermittelt:

Sand und Ton	83,0 %
Eisen- und Aluminiumoxyd	9,4 %
Kalk, CaO	2,3 %
Rest: gebundene Kohlen- und Schwefelsäure	5,3 %
gebundene Salpetersäure	nur in Spuren

Hiernach lag eine ton- und sandreiche, relativ kalkarme Erde vor. Schon nach dem mikroskopischen Befund ergab sich, daß der Kalk unregelmäßig im Sandboden verteilt war. Die einzelnen Kalkkörnchen erreichten stellenweise Erbsengröße. Die Art der Kalkverteilung erklärt sich aus dem Vorhandensein kalkhaltigen Bauschutts. Bei diesem geringen Kalkgehalt des Bodens ist jedoch eine aggressive Wirkung auf den Bleimantel nicht zu erwarten. Die übrigen Bestandteile des Bodens haben als neutral zu gelten. Nur beim Fließen vagabundierender Ströme können nach O. Hähnel die im Erdboden vorhandenen Nitrate Blei angreifen, sofern es ungeschützt ist.

Die verschiedenen Analysen lassen auf ein Zusammentreffen aller drei Zerstörungsmöglichkeiten schließen. Infolge unmittelbarer Nähe außergewöhnlich stark befahrener Straßenbahngleise dürfte als primäre Ursache die Ermüdung des Materials zu gelten haben. Durch die häufigen Erschütterungen wurde der Bleimantel derart stark Schwingungsbeanspruchungen unterworfen, daß plötzlich ein Dauerbruch erfolgte und gut ausgebildete Längs- und Querrisse auftraten. Die Ermüdungsgrenze von Blei wird jedoch neben der Schwingungsperiodizität auch von der chemischen Zusammensetzung maßgebend beeinflußt. Sie liegt bei reinstem Blei sehr niedrig und läßt sich durch geringe Zusätze von Antimon, Kadmium, Quecksilber, Wismut u. dgl. wesentlich erhöhen. Solche Legierungen empfehlen sich auch deshalb, weil ihre Korrosionsfestigkeit gegen chemische Einflüsse des Bodens und der Atmospäre erheblich größer ist als die des reinen Bleis. Wie schon erwähnt, handelte es sich im vorliegenden Fall um ein vollkommen reines Blei, so daß auch von dieser Seite her die Ermüdungsgrenze ungünstig beeinflußt war.

Infolge der Längs- und Querrisse und der damit verbundenen Minderung der Korrosionsfestigkeit hatten die Agentien des Bodens und der Atmosphäre zu den Bruchstellen ungehinderten Zutritt und führten zur Bildung von basischem Bleikarbonat. Dieses ist bekanntlich ein typisches, wasserunlösliches Korrosionsprodukt des Bleis. Die chemische Korrosion allein hätte aber im Laufe von zwei Jahren nicht zu einer derart weitgehenden Zerstörung des Materials führen können, wenn nicht gleichzeitig vagabundierende Ströme diesen Vorgang verstärkt und beschleunigt hätten. Nach Arbeiten von Hähnel und anderen Forschern soll das Vorliegen von basischem Bleinitrat bzw. Bleinitrit für elektrochemische Korrosion typisch sein. Die vagabundierenden Ströme selbst gehen höchstwahrscheinlich von der Straßenbahnleitung oder der Telephonleitung aus. Infolge der Längs- und Querrisse wurden mit der Zeit auch die Isolierungen der einzelnen Kupferdrähte zerstört, so daß bei Stromdurchgang unliebsame Störungen im Fernsprechverkehr entstanden.

Das Ergebnis vorstehender Ausführungen läßt sich wie folgt zusammenfassen. Nach einer mechanischen Zerstörung hat sowohl eine rein chemische als auch eine elektrochemische Korrosion stattgefunden. Die mechanische Zerstörung wurde durch Erschütterungen vorbeifahrender Straßenbahnwagen verursacht und außerdem durch die Verwendung unlegierten Bleis erheblich gefördert. Es ist daher ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß der erste Anlaß zur Zerstörung des Bleimantels durch die Rißbildung gegeben wurde. Diese hätte sich jedoch bei Anwendung einer geeigneten Legierung vermeiden bzw. noch sehr lange hinauszögern lassen. Die weitere Zerstörung durch chemische Angriffe wurde erst durch das Aufreißen der Hülle ermöglicht. Wegen seiner höheren Ermüdungsgrenze und größeren Korrosionsfestigkeit ist daher bei Bleimänteln unbedingt die Verwendung einer Legierung zu fordern.

Literatur über Bleikabelkorrosion.

1. E. Rabald, Werkstoffe und Korrosion Bd. 1. Verlag O. Spamer, Leipzig 1931.
2. S. Beckinsale u. H. Waterhouse, 1) Met. Ind. Lond. Bd. 32, S. 302 (1928), Die Zerstörung von Bleikabelmänteln durch Rißbildung. 2) Z. angew. Chem. Bd. 41, S. 376 (1928).
3. S. Beckinsale u. H. Waterhouse, J. Inst. Met., Lond., Bd. 39, S. 375 (1928), Zerstörung von Bleikabelmänteln.
4. M. v. Schwarz, Korrosion u. Metallschutz Bd. 4, S. 1 (1928), Beobachtungen über scheinbaren Selbstzerfall und Korrosionen bei Bleimänteln und Bleirohren.
5. Int. Western Electric Co., Tschechoslow. Pat. 5712, Kabelhülle aus Bleilegierung.
6. A. Baldini, Korrosion u. Metallschutz Bd. 4, S. 36 (1928), Beitrag zum Studium der Bleimantelkorrosion.
7. P. P. Haigh, Chem. Age, Lond. Bd. 20, S. 274 (1929), Chemische Einflüsse auf die Ermüdungserscheinungen von Metallen.
8. O. Hähnel, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 2, S. 1 (1925), Interkristalline Brüchigkeit von Blei.
9. O. Hähnel, Korrosion u. Metallschutz Bd. 3, S. 146 (1927), Bleikabelkorrosion.
10. O. Hähnel, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 2, S. 175 (1925); Korrosion u. Metallschutz Bd. 3, S. 235 (1927), Blei und Meerwasser.
11. O. Hähnel, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 2, S. 330 (1925), Korrosion durch vagabundierende Ströme.
12. O. Hähnel, Korrosion u. Metallschutz Bd. 3, S. 145 (1927), Elektrolytische Anfressung von Blei.
13. O. Hähnel, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 229 (1926).
14. O. Hähnel, Z. Fernm.-Techn., Werk- und Gerätebau-Heft 4 u. 5 (1923), Korrosion des Rheinlandkabels.
15. O. Hähnel, Metallwirtsch. Bd. 7, S. 196 (1928); Korrosion und Metallschutz Bd. 5, S. 44 (1929), Bleikabelkorrosion.
16. O. Hähnel, Z. Metallkde. Bd. 19, S. 492 (1927); Korrosion und Metallschutz Bd. 4, S. 236 (1928), Interkristalline Brüchigkeit des Bleis.
17. O. Hähnel, Z. angew. Chem. Bd. 40, S. 102 (1927), Korrosion des Bleis.
18. O. Hähnel, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 4, S. 221 (1927); Korrosion und Metallschutz Bd. 4, S. 115 (1928), Interkristalline Brüchigkeit des Bleis.
19. O. Hähnel, Z. angew. Chem. Bd. 44, S. 973 (1931), Chemische Probleme bei der deutschen Reichspost.

Neue Edelmetall-Thermoelemente für sehr hohe Temperaturen.

Von Dr. Otto Feußner, Hanau.

Übersicht. Es wird ein Edelmetall-Thermoelement beschrieben, das sich durch billigen Preis und gute Haltbarkeit auszeichnet und Messungen bis zu 2000 ° C gestattet.

In der letzten Zeit sind verschiedene Ofenkonstruktionen entwickelt worden, die im Laboratorium und auch betriebsmäßig Temperaturen bis zu 2000 ° C und darüber ohne Schwierigkeiten zu erreichen gestatten. Es ist verständlich, daß damit auch der Wunsch nach einfachen und zuverlässigen Temperaturmeßeinrichtungen wuchs. An Bequemlichkeit und Sicherheit ist im allgemeinen die Temperaturbestimmung mit Hilfe von Thermoelementen bisher durch kein anderes Verfahren übertroffen worden. Bis zu Temperaturen von 1600 ° C werden die bekannten Pt/Pt-Rh-Thermoelemente vielfach angewendet. Es hat auch nicht an Versuchen gefehlt, für noch höhere Temperaturen geeignete Metallkombinationen ausfindig zu machen. Namentlich Wolfram, Molybdän oder Tantal mit ihren hohen Schmelzpunkten haben immer wieder dazu Veranlassung gegeben, Thermoelement-Kombinationen vorzuschlagen, deren Anwendungsgrenze wesentlich nach oben hin verschoben sein sollte.

Die Schwäche aller dieser Ausführungen ist darin zu sehen, daß die genannten Metalle schon bei sehr viel niedrigeren Temperaturen außerordentlich stark oxydieren und infolgedessen innerhalb kurzer Zeit unbrauchbar werden. Daher hat auch das an sich zunächst brauchbar scheinende Thermoelement, bestehend aus einem Kohlerohr mit einschlossenem Wolframdraht, nur eine sehr beschränkte Anwendung gefunden.

Von den Platinmetallen hat eine ganze Reihe Schmelzpunkte, die erheblich über dem des Platins selbst (1764 ° C)

Digitized by Google

liegen. Rhodium hat 1920 ° C und Iridium 2420 ° C; die Schmelzpunkte von Osmium und Ruthenium liegen sogar über 2500 ° C. Auf Veranlassung der Phys.-Techn. Reichsanstalt ist bereits vor langen Jahren eine Edelmetallkombination von der Firma W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau, hergestellt und auch gelegentlich geliefert worden, bei der der eine Schenkel aus reinem Iridium, der andere aus Iridium mit 10 % Ruthenium bestand[1]. Um die Thermokraft zu steigern, ist später an Stelle des reinen Iridiumschenkels ein solcher aus Iridium mit 10 % Rhodium getreten. Mit diesem Thermoelement konnten Temperaturen bis über 2000 ° C gemessen werden, allerdings hafteten ihm zwei Nachteile an: Einmal verbrannte das Ruthenium sehr merklich, so daß ein öfteres Nacheichen erforderlich war, anderseits waren die Legierungen selbst außerordentlich spröde, so daß die Elemente nur bei ungewöhnlich großer Vorsicht mehrmals verwendet werden konnten. Da die Herstellungskosten außerordentlich hoch waren, bedeutete ein Bruch jedesmal eine recht fühlbare Ausgabe.

Im Zusammenhang mit anderen Arbeiten wurde nun das System Iridium/Rhodium einer genaueren Durchsicht unterzogen. Es stellte sich dabei überraschenderweise heraus, daß Iridiumlegierungen auch mit einem Rhodiumzusatz über 10 % gut verarbeitbar sind und noch einen relativ hochgelegenen Schmelzpunkt haben. Selbst Legierungen, die aus gleichen Teilen Rhodium und Iridium bestehen, schmelzen erst bei etwa 2200 ° C und sind noch ohne auffallende Schwierigkeiten zu verarbeiten. Eine solche Legierung hat gegenüber den Iridiumlegierungen mit geringen Zusätzen von Rh auch insofern erhebliche Vorteile, als der Preis für das Rhodium sehr viel niedriger liegt als der für reines Iridium und das geringere spezifische Gewicht weitere Vorteile verschafft. Es wurde daher eine Reihe von Thermoelementen hergestellt, bei denen der eine Schenkel aus reinem Iridium, der andere aus einer Rh-Ir-Legierung besteht. Nach sorgfältigem Abwägen der verschiedenen Vor- und Nachteile ergab sich, daß die günstigsten Bedingungen durch ein Thermoelement erfüllt werden, bei dem der eine Schenkel aus reinem Iridium, der andere aus einer Legierung von 60 % Rhodium und 40 % Iridium besteht. Diese Thermoelemente können ohne Gefahr für Messungen bis zu 2000 ° C benutzt werden. Ihre Bestandteile sind auch in hoher und höchster Temperatur nur relativ wenig flüchtig, so daß ein öfteres Nacheichen n i c h t erforderlich ist. Nachdem es durch Ausarbeitung eines besonderen Arbeitsverfahrens noch gelungen war, auch die Brüchigkeit des reinen Iridiums wesentlich herabzusetzen, konnte so ein Temperaturmeßgerät geschaffen werden, das gegenüber dem bisher bekannten jedenfalls große Vorteile in seiner mechanischen Haltbarkeit, in der Leichtigkeit der Durchführung der Messungen und in seinem Preis bietet.

Zahlentafel 1.

Temperatur °C .	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Spannung mV . .	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	7,65	8,70	9,80	10,85

Über die Größe der Thermokraft und ihre Abhängigkeit von der Temperatur gibt Zahlentafel 1 Auskunft, die die Mittelwerte aus einer großen Anzahl von Bestimmungen enthält. Mit Rücksicht auf die Neuheit der Legierungen und die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten schien es aber richtiger, zunächst jedes Gerät mit einer individuellen Eichkurve zu versehen; es sei jedoch bemerkt, daß die Werte der einzelnen Elemente bemerkenswert gut übereinstimmen. Wie ein Blick auf die Zahlentafel zeigt, ist auch die Abhängigkeit der Thermokraft von der Temperatur gut linear; die früher vorhandene Verringerung ihrer Zunahme bei höheren Temperaturen ist bei den neuen Elementen beseitigt.

Von den keramischen Stoffen für Schutzrohre für Temperaturen bis 2000 ° C steht neuerdings eine ganze Reihe verschiedenster Stoffe in verschiedenen Preislagen zur Verfügung: Korund, Magnesia und Spinell als billigere Stoffe, Zirkonoxyd, das allerdings im allgemeinen etwas temperaturempfindlich ist, in mittlerer Preislage, Berylloxyd, ein sehr hochwertiger, aber auch teurer Stoff, und schließlich als teuerstes und höchstschmelzendes Thoroxyd. Korund hat nach unseren Erfahrungen, im Gegensatz zu den Angaben der Hersteller, eine obere Gebrauchsgrenze von etwa 1700 ° C, Spinell von 1950 ° C, die übrigen liegen sämtlich über 2000 ° C. Der im Einzelfall zur Verwendung gelangende keramische Stoff wird am besten nach den jeweiligen Betriebsbedingungen ausgewählt.

Zur Anzeige ist ein besonderes Millivoltmeter in Zusammenarbeit mit einer bekannten Meßgerätefirma entwickelt worden, welches sich dadurch auszeichnet, daß es bei einem Spannungsendausschlag von 11 mV sehr hohen inneren Widerstand (über 1000 Ω) hat und weder hinsichtlich der Lage, noch in seinem sonstigen Verhalten empfindlich ist. Auch der Preis konnte etwas niedriger gehalten werden als der für die sonst üblichen thermoelektrischen Anzeigegeräte.

Für unbrauchbar gewordene Elemente findet, genau wie bei anderen Edelmetallgeräten, eine Anrechnung des Altmaterials statt, so daß die anfänglich höheren Kosten lediglich als einmalige Aufwendung zu betrachten sind. Herstellung und Vertrieb geschehen durch die Firma W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau.

[1] Vgl. z. B. Wärmetabellen der PTR 1919.

Meßgerät für Freileitungsbau.

Vorwiegend bei größeren Leitungsquerschnitten mit besonderen Leitern und Tragmitteln, wie z. B. bei Ein- und Mehrlagen-Hohlseilen, sind Einrichtungen erforderlich, die während der Verlegungsarbeit wesentliche Beschädigungen und Veränderungen der Leiter verhüten. So muß man z. B. beim Mehrlagen-Hohlseil vor der Befestigung an den Isolatoren nochmals prüfen, ob die Drähte in den einzelnen Lagen des Hohlseils einwandfrei nebeneinander liegen und sich gut abstützen. Ist nämlich ein Draht aus seiner ursprünglichen Lage herausgesprungen, so liegt der Außendurchmesser des Seiles unterhalb des zulässigen Mindestmaßes. Derartige Übelstände kann man vermeiden, indem man die zu verlegende Leitung zwischen den Backen eines zangenförmigen Meßgerätes hindurchführt, dessen Schenkel mit Kontakten versehen sind, die entsprechend den Durchmesserschwankungen einen Stromkreis mit Anzeigevorrichtung schließen.

In Abb. 1 ist das Meßgerät[1] im Prinzip dargestellt, gekennzeichnet dadurch, daß ein bei *a* nach einem für die Leitung bestimmten Kaliberdorn eingestellten Durchmesser zwischen den gehärteten und geschliffenen Stahlkugeln *b* durch einen Hebelarm *c* auf die beiden Kontaktbolzen *d* wirkt, sobald der Außendurchmesser *a* das eingestellte Mindestmaß unterschreitet. Die Messung erfolgt durch einen leichten Druck der in den Haltern *e* besonders eingefaßten Kugeln *b*, von denen die am Oberteil *c* um die Achse radial verstellbar ist. Wird der Durchmesser des Hohlseiles kleiner als das zulässige Mindestmaß, sei es durch Einfallen oder durch Ineinanderschieben der Innenlage, so drückt der Hebel *c* die beiden Kontaktflächen *d* zusammen. Die Kontakte *d* sind durch je eine Isolierhülse *m* an *c* und *g* befestigt und durch die Muttern *n* verstellbar. Eine Feder *o* sorgt für den erforderlichen Auflagedruck der Meßpunkte *b*. Beim Unterschreiten des eingestellten Durchmessers bei *a* wird ein Stromschluß der Batterie *p* herbeigeführt, der die Betätigung der Signaleinrichtung *q* zur Folge hat.

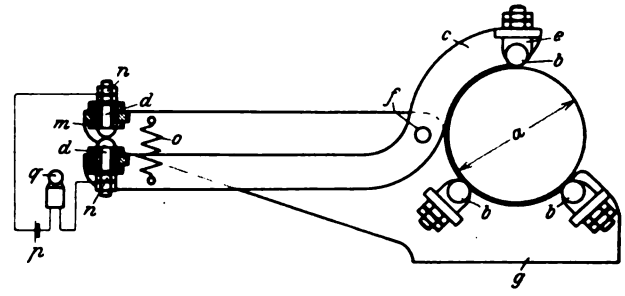


Abb. 1. Meßgerät mit elektrischer Betätigung.

Tritt die Signaleinrichtung in Tätigkeit, kann die Seilzugwinde sofort außer Betrieb gesetzt und die als zweifelhaft gemeldete Stelle näher auf ihre Beschaffenheit untersucht werden. In vielen Fällen wird dann bei eingefallener Innenlage auch noch ein Zurechtbringen der letzteren möglich seien. Da ein größerer Außendurchmesser bei *a* keine Nachteile für die Seillieferung hat, genügt der Apparat in diesem Falle nur für die Prüfung des als Mindestmaß vorgeschriebenen Durchmessers. Die Kontaktflächen bei *d* sind derart eingestellt, daß bei einer Drehung des Hebels *c* eine Berührung erfolgen muß.

P. Bischoff.

[1] DRGM. Nr. 1 227 861.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Wirtschaftlichkeit von Phasenkompensationsanlagen. — Phasenverbesserungseinrichtungen zur Verringerung von Blindstromkosten sind dann am wirtschaftlichsten bemessen, wenn der erzielbare Jahresreingewinn, Stromkostenersparnis (C) abzüglich der Kosten für Kapitaldienst und Betrieb ($k N_c$; k = jährliche Kosten für je 1 installiertes BkW der Phasenschieberanlage, N_c = Phasenschieberleistung in BkW), ein Maximum wird. Das günstigste N_c ergibt sich daher mit einem Wert, für welchen in der funktionellen Abhängigkeit C von N_c $\frac{dC}{dN_c} = k$ ist. Angewendet auf einen reinen Scheinleistungstarif mit einer Grundgebühr von A RM je kVA Scheinleistungspitze[1], ergibt sich die günstigste Phasenschieberleistung bei einer Kompensation von $\cos\varphi$ auf $\cos\psi = \sqrt{1-(k/A)^2}$. Wird das Scheinleistungsmaximum laut Tarifvertrag nach der Formel

$$\frac{\text{Jahresmaximum der Wirkleistung}}{\cos\varphi - \text{Jahresmittel}}$$

erfaßt, so ist eine Verbesserung auf $\cos\psi = \sqrt{1-(k/b\,A)^2}$ am vorteilhaftesten, wenn mit b das Verhältnis

$$\frac{\text{Wirkleistungsmaximum}}{\text{Wirkleistungsmittel}}$$

bezeichnet wird. Bei einem Blindenergietarif, bei welchem die BkW-Beträge bei Unterschreitung eines bestimmten Grenz-Leistungsfaktors $\cos\psi$, also $\sum$ (BkW $-$ kW $\cdot$ tg ψ) mit c RM/BkWh verrechnet werden, ist es am wirtschaftlichsten, denjenigen Blindleistungswert (BkW $-$ kW $\cdot$ tg ψ) zu kompensieren, der durch $x = k/c$ Stunden im Jahr auftritt. Bei verschiedenen Tag- und Nachttarifen c_1 und c_2 ist an das Jahresdiagramm des Blindstrombezuges bei Tag das zweite Diagramm des Bezuges bei Nacht mit den wahren Ordinaten, aber im Verhältnis c_2/c_1 verkürzten Abszissen anzuschließen und der für $x = k/c_1$ sich ergebende Wert als N_c zu wählen.

Wird für die BkW-Werte bei schlechterem $\cos\varphi$ als der Grenzleistungsfaktor $\cos\psi$ ein Tarifsatz c eingehoben, bei günstigerem aber $c/2$ vergütet, so wird $x = \frac{2k}{c} - H$*[2]. Wird dieser Wert negativ, so ist es am wirtschaftlichsten, die Phasenverbesserung noch weiter zu treiben bis $\cos\varphi = 1$, u. zw. mit demjenigen vollen Blindlastwert BkW, der durch $x_1 = 2k/c$ Stunden im Jahr auftritt. (St. Schwarz, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 151.) *Sb.*

Elektromaschinenbau.

Auswertung von Wirbelfeldern mit Hilfe von wirbelfreien Feldern. — In einer früheren Arbeit[3] hat Th. Lehmann einfache Beziehungen abgeleitet, welche bei einer Schenkelpolmaschine zwischen den Flüssen am Ankermantel bestehen, welche von einer Feldmagnetwicklung, einer Ankerlängswicklung und einer Ankerquerwicklung erregt werden. Die Anwendung der konformen Abbildung machte es notwendig, die Durchflutungen der Wicklungen in unendlich dünne Leiter konzentriert anzunehmen, die in der Mitte der Pollücke am Ankermantel und in der Polmitte am Ankermantel angeordnet waren. In einer neuen Arbeit zeigt nun Lehmann, daß die früher abgeleiteten Beziehungen auch mit großer Annäherung gelten, wenn die Durchflutungen nicht auf einen unendlich kleinen Querschnitt konzentriert, sondern, wie in praktischen Fällen, flächenhaft verteilt sind.

Er vergleicht zunächst den Nutzfluß, den eine räumlich verteilte Erregerwicklung (in Abb. 1 durch gestrichelte Rechtecke angedeutet) am Ankermantel erregt, mit dem Ankerlängsfluß, den eine in den Punkten A und A' in Abb. 1 konzentrierte gleich große Durchflutung erregt. Mit Hilfe des Vektorpotentials zeigt er, daß der mit der Erregerwicklung verkettete Windungsfluß gleich dem von der Erregerwicklung erzeugten Nutzfluß am Ankermantel ist. Ist also das von der Wicklung AA' erregte Feld bekannt, so läßt sich nach diesem Satz auch der von der Erregerwicklung erzeugte Nutzfluß angeben. In Abb. 1 grenzen die Linien CD und $C'D'$ des von der Längswicklung AA' erregten Feldes den mittleren Windungsfluß Φ_m in der Erregerwicklung ab. In der früheren Arbeit war die Erregerwicklung in den Punkten E und E' der Abb. 1 konzentriert. Die Linien EF und $E'F'$ des von der Ankerlängswicklung AA' erregten Feldes grenzen den Teil Φ_0 des Ankerlängsflusses ab, der mit der Erregerwicklung EE' verkettet ist. Dieser ist gleich dem Nutzfluß, den die Wicklung EE' bei derselben Durchflutung erregt. Die Differenz $\Phi_0 - \Phi_m$ ist also gleich dem doppelten Fluß der Feldlinienröhre $FCED$ und gleich der Differenz der Nutzflüsse bei konzentrierter Durchflutung (EE') und bei der wirklichen, flächenhaft verteilten Durchflutung der räumlich ausgedehnten Erregerwicklung. Aus Feldbildern wurde gefunden, daß

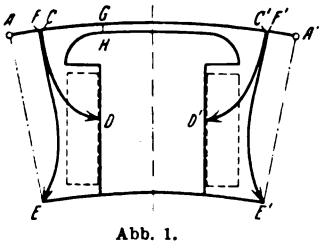


Abb. 1.

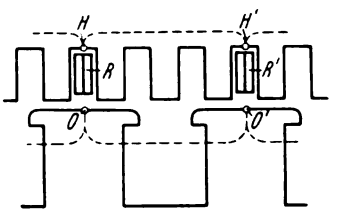


Abb. 2.

diese Differenz nur wenige Tausendstel vom Nutzfluß beträgt. Sehnenspulen, deren Durchflutungen in den Punkten C, C' konzentriert sind, können in bezug auf den Nutzfluß als eine der wirklichen Erregerwicklung äquivalente Wicklung angesehen werden. Die Lage der Punkte C, C' hat Lehmann formelmäßig angegeben und den Einfluß der Sättigung angedeutet.

Ähnliche Betrachtungen werden auch bei dem Ankerquerfluß angestellt (Abb. 2). Der mittlere Windungsfluß Φ_m, den eine Spule OO' mit konzentrierten Durchflutungen an den Mitten der Oberfläche der Pole in einer Durchmesserspule RR' mit räumlicher Ausdehnung erregt, unterscheidet sich nur sehr wenig (im ungünstigsten Fall nur 0,5 %) von dem mit der Spule HH' verketteten Fluß Φ_0.

Das Ergebnis der ersten Arbeit, nach dem bei Spulen mit unendlich kleinen Leiterquerschnitten und derselben Durchflutung Längs- und Querfluß einander gleich sind, gilt also auch sehr angenähert bei räumlich ausgedehnten Spulen (Th. Lehmann, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 781). *Rr.*

Schutzkappen für Turbogeneratoren aus Isolierstoff. — Bei großen Turbogeneratoren treten in den äußeren Schutzkappen vom Wickelkopf induzierte Wirbelströme auf, welche eine bisweilen unliebsame Erwärmung zur Folge haben. Werden die Kappen aus Walzstahl hergestellt, statt wie üblich aus Gußeisen, so ist die Erscheinung eher noch ausgeprägter wegen der höheren magnetischen und elektrischen Leitfähigkeit des Stahlmantels. Eine wesentliche Verbesserung bringen Kappen aus nichtmagnetischem Metall, die daher auch vielfach zur Anwendung kommen. Eine restlose Beseitigung der Verluste in den Kappen würde aber ihre Herstellung aus einem Isolierstoff erfordern. Versuche nach dieser Richtung hin sind nicht neu, jedoch hat man Konstruktionen aus Hartpapier mit Rücksicht auf die geringe mechanische Festigkeit, insbesondere die Gefahr ihrer Verletzung beim Transport, wieder fallen lassen. C. A. Parsons & Co. verwenden Schutzkappen aus Isolierstoff bei den für Brimsdown gebauten Hochspannungsmaschinen. Die Kappen unterscheiden sich in ihrem äußeren Aussehen nicht von den bisher üblichen Gußeisenkappen. Als Mittel zur Versteifung der Stirnwand und Verhinderung von Schwingungen sind acht Wicklungsbefestigungsbolzen durch die Kappe hindurchgeführt und außen mit ihr verschraubt. Dadurch ist gleichzeitig auch eine Versteifung der Bolzen gegeneinander erzielt. (Electr. Rev., Lond., Bd. 109, S. 53.) *Phl.*

[1] Die Arbeitsgebühr werde nur nach dem Wirkenergieverbrauch (kWh) ohne Berücksichtigung des Leistungsfaktors verrechnet.
[2] H Einschaltdauer der Phasenverbesserungsanlage in Std./Jahr.
[3] ETZ 1931, S. 1200.

Digitized by Google

Leitungen.

Eisen- und Rückstromverluste in wechselstromgespeisten Einphasenkabeln. — Die Verlegung dreier Einphasenkabel statt eines Dreiphasenkabels gewinnt mit steigender Übertragungspannung ständig an Bedeutung und damit auch die Frage nach dem Wesen und der Höhe der Eisen- und Rückstromverluste in solchen Anlagen. Über Veröffentlichungen auf diesem Gebiet sowie Vorschläge zur Bekämpfung der in den Kabelhüllen induzierten Spannungen und Ströme wurde hier laufend berichtet[1]. K. Gocht berichtet nunmehr über Messungen an einem Einphasen-Hochspannungskabel von 60 m Länge. Im theoretischen Teil gelangt der Verfasser nach kurzer Behandlung des unbewehrten Kabels durch Einführung eines Eisenverlustwinkels in die Ausgangsdifferentialgleichungen zu Formeln für die Größe der Rückströme und Zusatzverluste, die gut mit den Versuchswerten übereinstimmen. Ausgehend von den allgemeinen Transformatorengleichungen werden die Theorie des Bleimantelkabels mit benachbartem, offenen Eisenkreis, ferner diejenige des Kabels mit unmagnetischer und mit magnetischer, kurzgeschlossener Bewehrung entwickelt. Das Problem der Vorausberechnung der Verluste im Leerlauf und Kurzschluß wird für das eisenbandbewehrte Kabel restlos gelöst. Die Wirkungsweise und der Erfolg der bisher versuchten Verbesserungsmethoden wie das Fortlassen einzelner Bewehrungsdrähte, das Einlegen von Kupferdrähten, unvollkommener Kurzschluß der Bewehrung, werden kritisch untersucht; den Anforderungen der Praxis genügt danach keines der zur Verlustverminderung bisher vorgeschlagenen Mittel.

Der Vorzug der Arbeit liegt u. a. in der bisher fehlenden zusammenfassenden Darstellung dieses schwierigen Gebietes; ihren Abschluß bilden einige Literaturhinweise auf Untersuchungen, die sich mit den Zusatzverlusten dreier Einphasenkabel im Drehstrombetrieb befassen. (K. Gocht, Dissertation T. H. Darmstadt, 1930.) *Eg.*

Apparate.

Mehrphasige Schaltungen für Lichtbogen-Stromrichter nach Marx[2]. — Die Erzeugung der an den Lichtbogenkammern benötigten hohen Zündspannungen geschieht in einfacher Weise mittels Tesla-Transformatoren. Die Steuerung erfolgt auch bei mehrphasigen Schaltungen durch eine synchron mit der gleichzurichtenden Spannung umlaufende Schaltfunkenstrecke, die Aufladung des für alle Zündkreise gemeinsamen Schwingungskreis-Kondensators zweckmäßig mit Gleichspannung. Eine beliebige Einstellung bzw. Änderung des Zündzeitpunktes ist von Hand oder selbsttätig durch die Steuerfunkenstrecke möglich. Es lassen sich daher außer allen bekannten Gleichrichterschaltungen mit Lichtbogenkammern auch Umrichter- und Wechselrichterschaltungen ausführen, so daß die Anwendung von Lichtbogenkammern ebenso vielseitig ist wie die der gittergesteuerten Glühkathodenventile.

Auch in jeder anderen Hinsicht entsprechen die Lichtbogenkammern den Anforderungen des Mehrphasenbetriebes. Z. B. läßt sich eine Phasenablösung, d. h. eine Überlappung mehrerer Anodenströme bei der Gleichrichtung stets einwandfrei erzielen. Die genaue Arbeitsweise der Ventile unter den verschiedensten Betriebsbedingungen und die Güte der erzielten Kurvenformen bei mehrphasigen Schaltungen konnten durch zahlreiche oszillographische Aufnahmen bestätigt werden. Zusätzliche Oberwellen sind bei der Erzeugung großer Gleichspannungsleistungen mit Lichtbogenkammern nicht zu erwarten.

Für die Rückzündsicherheit der Lichtbogenkammer ist infolge ihrer nicht natürlichen Ventilwirkung stets der gesamte zeitliche Verlauf der Sperrspannung von Bedeutung. Außer auf die maximalen Sperrspannungen kommt es dabei vor allem auf die Steilheit der unmittelbar nach der Lichtbogenlöschung an den Elektroden wiederkehrenden Spannung an. Die Größe dieser Steilheit hängt im wesentlichen von der Gleichrichterschaltung, der Größe der Belastung und der Frequenz der Ausgleichschwingung ab und läßt sich durch geeignete Wahl der zum Schutze der Transformatorwicklung (gegen zu hohe Beanspruchung durch die Zündspannungen) erforderlichen Kapazitäten nötigenfalls genügend klein halten.

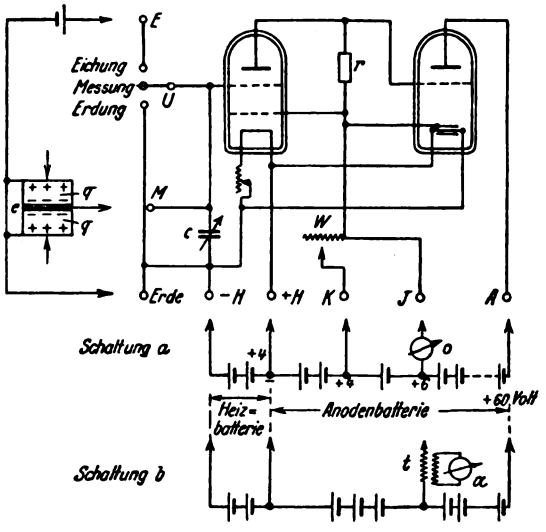
Die eigentliche Zündspannung, d. h. die zum Zustandekommen des Arbeitslichtbogens (unter Einwirkung der Hochfrequenzzündung) notwendige Betriebspannungsdifferenz an den Kammerelektroden ist bei Mehrphasenschaltungen von besonderer Wichtigkeit für die erzielten Kurvenformen, die Lichtbogenspannung ihrerseits für den Wirkungsgrad der Umformung, der Minimalstrom vor allem für die Größe der notwendigen Grundbelastung. Das Ergebnis der Untersuchungen läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß unter Verwendung von Lichtbogenkammern Großkraftübertragungen mit hochgespanntem Gleichstrom technisch einwandfrei durchführbar sind. (W. Böhlau, Dissertation T. H. Braunschweig 1932.) *Sb.*

[1] ETZ 1930, S. 249, 1561, 1589 u. 1655.

[2] Vgl. Erwin Marx, ETZ 1932, S. 737; ferner Marx, Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen. Verlag Julius Springer, Berlin 1932.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Piezoelektrische Messungen mechanischer Größen. — In früheren Arbeiten[1] haben Kluge und Linckh ein piezoelektrisches Druckmeßverfahren angegeben, bei dem die zu messenden Kräfte auf einen geeignet angeordneten Quarzkristall wirken, und bei dem die auf dem Kristall entstehenden elektrischen Ladungen mit Hilfe eines elektrostatischen Röhrenvoltmeters und eines Schleifenoszillographen gemessen werden (Abb. 3, Schaltung *a*).



Schaltung *a* für Messung mit Oszillographen
Schaltung *b* für Amplitudenmessung mit Wechselstrom-Milliamperemeter

a	Wechselstrom-Milliamperemeter	*o*	Oszillographenschleife
c	Drehkondensator	*q*	Quarz
e	Elektrode	*r*	Verstärkungswiderstand
E	Eichklemme	*t*	Transformator
M	Meßklemme	*U*	Umschalter
		W	Kompensationswiderstand

Abb. 3. Schaltbild des Röhrenvoltmeters.

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, daß man das piezoelektrische Meßverfahren durch Änderung der elektrischen Schaltung und durch geeignete Anordnung der Meßquarze auch zur Messung von Schwingungskräften, von Drehbeschleunigungen, von Erschütterungen und Dehnungen (Verschiebungen) verwenden kann. In allen Anwendungsgebieten läßt sich bei richtiger Konstruktion der Meßanordnung eine hohe Eigenfrequenz (1000 Hz und mehr) bei genügender Empfindlichkeit erreichen.

Für die Messung von Schwingungskräften ist die früher angegebene Schaltung (Abb. 1, Schaltung *a*) abgeändert, indem als Anzeigeinstrument an Stelle des Schleifenoszillographen ein Wechselstrom-Milliamperemeter verwendet wird, das über einen Transformator an den Anodenkreis des Röhrenvoltmeters angeschlossen ist (Schaltung *b*). Die größte Empfindlichkeit beträgt etwa 1 mA Wechselstrom für 1 kg Kraftamplitude. Der Meßbereich kann durch Parallelschalten eines gut isolierten Drehkondensators *c* zu den Meßquarzen *q* in gewünschter Weise vergrößert werden. Das Verfahren wird bei der Untersuchung von schwingungsdämpfenden Stoffen verwendet.

Für die Messung der Drehbeschleunigung eines Motors wird auf der Motorwelle eine Schwungscheibe fliegend angeordnet. Die infolge der Trägheit der Schwungscheibe und der elastischen Eigenschaften

[1] J. Kluge u. H. E. Linckh, Z. VDI Bd. 73, S. 1311 (1929); Bd. 74, S. 887 (1930).

Digitized by Google

der Kupplungswelle eintretenden Relativbewegungen zwischen Schwungscheibe und Welle sind ein Maß für die Drehbeschleunigung und werden durch je 2 symmetrisch am Umfang der Schwungscheibe angeordnete Quarze gemessen. Die erzielten Ergebnisse werden besprochen und auf Grund dessen Verbesserungen für einen noch im Bau befindlichen Drehbeschleunigungsmesser vorgeschlagen.

Für die Messung von Erschütterungen wird ein piezoelektrischer Erschütterungsmesser angegeben, bei dem die zu messenden Transversalbeschleunigungen durch die Trägheitskraft einer Masse mit Hilfe einer Quarzkammer und der oben angegebenen elektrischen Schaltung *a* in ihrem zeitlichen Verlauf aufgezeichnet werden können. Als Beispiel werden die Fundamentschwingungen beim Anlauf einer elektrischen Maschine gemessen.

Die Messung von Dehnungen und Verschiebungen kann ebenfalls mit dem piezoelektrischen Verfahren ausgeführt werden. Es wird eine Dehnungsmeßkammer angegeben, bei der die zu messenden Verschiebungen über 2 Quarze auf eine Membran übertragen werden. Der elastische Widerstand dieser Membran ist ein Maß für die gesuchte Verschiebung und wird durch die auf den Quarzen entstehende elektrische Ladung gemessen.

Das piezolektrische Meßverfahren kann auch zur Messung von sehr großen Kräften verwendet werden und ist nicht durch die Bruchfestigkeit der Quarzkristalle begrenzt. Es wird eine Druckkammer zur Messung von Walzdrucken angegeben. Der Walzdruck wirkt auf das entsprechend den großen Kräften stark bemessene Kammergehäuse und wird aus der Deformation dieses Gehäuses mit Hilfe einer piezoelektrischen Dehnungskammer bestimmt. Wärmespannungen kommen durch Anwendung einer elektrostatischen Kompensation nicht mit zur Anzeige. In besonderen Fällen können sehr große Kräfte auch aus der Beschleunigung der Kraftabstützung bestimmt werden. So wurde an einer Dauerschwingungs-Zug-Druckmaschine Bauart Schenk die Wechselbeanspruchung des Prüfstabes aus der Beschleunigung der glockenförmigen Gegenmasse bestimmt, mit der der Prüfstab an seinem oberen Ende belastet ist. Zu diesem Zweck ist die Masse mit einem piezoelektrischen Beschleunigungsmesser versehen. Der Kraftverlauf kann entweder mit Hilfe eines Schleifenoszillographen (Abb. 3, Schaltung *a*) aufgezeichnet werden oder es wird eine reine Amplitudenmessung nach Schaltung *b* vorgenommen. Steht ein Schleifenoszillograph nicht zur Verfügung, so kann die Aufzeichnung auch mit einer Braunschen Röhre erfolgen. In der Schaltung *a* muß dann als Endröhre eine Widerstands-Verstärkerröhre mit einem geeigneten Anoden-Außenwiderstand verwendet werden, wodurch die notwendige Spannungsverstärkung erzielt wird. (J. Kluge u. H. E. Linckh, Forschg. Ing.-Wes. Bd. 2, S. 153.) *Sb.*

Beleuchtung.

Uhrzeiger-Verkehrsampel mit beleuchtetem Zeiger. — Trotz der allseitig anerkannten Vorteile konnten sich Zeigerampeln bisher gegenüber Buntlichtampeln nicht recht durchsetzen, da ihnen die Sinnfälligkeit der Signalgebung und die weite Sichtbarkeit der optischen Signale fehlte. In Erkenntnis dieser Mängel hat die AEG ihre neue Ampel mit einem Zeigerpaar — einem inneren leuchtenden Zeiger und einem außen sichtbaren Schlitzzeiger (Abb. 4) ausgerüstet. Da der leuchtende Zeiger hinter einer Transparentscheibe umläuft, die in den verkehrsüblichen Farben oben rot, in der Mitte gelb und unten grün ausgeführt ist, so wird der Schlitz des äußeren Deckzeigers jeweils in der gültigen Verkehrssignalfarbe erhellt. Die Spitze des Leuchtzeigers selbst ist obendrein mit einem Autosucherscheinwerfer ausgerüstet, so daß sie infolge der guten Optik mindestens ebenso weit sichtbar ist wie das Signal einer Buntlichtampel. Die Zeigerform wurde den bekannten Eisenbahnsignalen angepaßt. Durch diese Leuchtzeigerkonstruktion wird das Signal sinnfällig in der Verkehrsfarbe gegeben, außerdem ist die Spitze des Zeigers und damit die gültige „Verkehrszeit" durch die große Flächenhelligkeit schon auf große Entfernungen zu erkennen. Denn bei einer Verkehrsampel muß man verlangen, daß man sie schon von der vorhergehenden Straßenkreuzung aus sehen kann, damit man sich mit seinem Fahrzeug von Ampel zu Ampel möglichst ohne Bremsen durchschleusen kann. Gerade die geringe Sichtbarkeit des Zeigers an den bisherigen Zeigerampeln war es aber, die ihre Einführung verhinderte.

Es seien noch kurz die Betriebskosten der AEG-Ampel angegeben. Für den Antrieb genügt ein kleiner Motor von 35 W Aufnahme. Die Zeigerbeleuchtung (Schaft 3 · 5 W, Spitze 15 W) erfordert 4 · 30 = 120 W. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Zeigerbeleuchtung natürlich an sonnigen Tagen nicht nötig ist, da man den Außenzeiger dann auch so auf weite Entfernungen sieht. Die Innenbeleuchtung von 2 · 40 W ist nur bei Eintritt der Dunkelheit einzuschalten. Nimmt man an, daß die Ampel 350 Tage zu je 12 h in Betrieb ist, wobei die Innenbeleuchtung im Jahresdurchschnitt täglich 2 h eingeschaltet ist, so ergibt sich, selbst wenn die Zeigerbeleuchtung dauernd eingeschaltet ist, ein Jahresstromverbrauch

des Motors von	350 · 12 · 0,035 =	147 kWh
des Zeigers von	350 · 12 · 0,120 =	504 „
der Innenbeleuchtung . .	350 · 2 · 0,080 =	56 „
insgesamt jährlich		727 kWh.

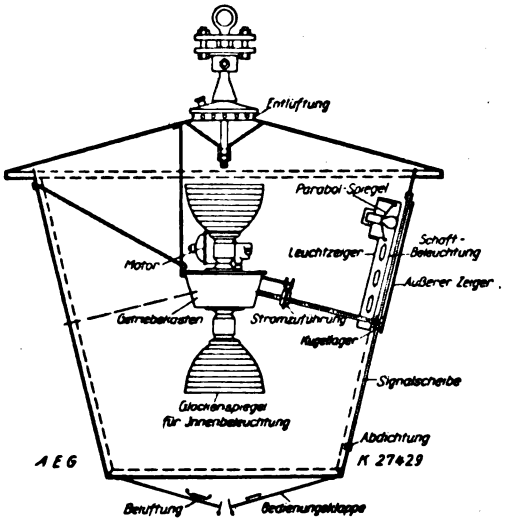


Abb. 4. Uhrzeiger-Verkehrsampel mit beleuchtetem Zeiger.

Der Stromverbrauch einer Buntlichtampel, die mit 3 · 4 Lampen zu 150 W im Mittel ausgerüstet ist, wobei jeweils 4 Lampen eingeschaltet sind, beträgt dagegen im Jahr 350 · 12 · 0,150 · 4 = 2520 kWh. Mit der Zeigerampel der AEG werden daher rd. 2000 kWh erspart, zumal ja die Zeigerbeleuchtung nicht immer eingeschaltet zu werden braucht. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Leitungs-Omnibus-Betrieb in London. — Bekanntlich ist auch London dazu übergegangen, einen Teil des bestehenden Straßenbahnnetzes auf Oberleitungs-Omnibus-Betrieb umzustellen. Es handelt sich um die gesamten Strecken der L.U.T. in den Bezirken Kingston, Surbiton, Malden, Wimbledon, Hampton, die 25 Jahre lang in Betrieb sind und nunmehr der völligen Erneuerung einschließlich der Betriebsmittel bedürfen. Eingehende Berechnungen haben ergeben, daß die Umstellung auf O.O.-Betrieb die meisten Vorteile bietet.

Bislang sind 33 km des bestehenden Netzes umgebaut und 60 Fahrzeuge in Betrieb gestellt worden. London nimmt damit, unter Berücksichtigung weiterer Ausgestaltung, unter den Städten, die solchen Betrieb haben, die erste Stelle ein. Die vorhandene Fahrdrahtanlage wurde größtenteils mit verwendet, ergänzt und nach dem Nottingham-System ausgebaut (Kadmiumdraht mit kettenartigen Querdrähten).

Die Fahrzeuge haben Doppeldeckaufbauten und bieten Platz für 56 Personen. Mit voller Ausstattung wiegt das neue Fahrzeug 7,44 t; größte Länge 8,4 m, größte Breite 2,273 m, Höhe von Straßenoberkante bis Oberkante Dach 4,36 m, Achsstand 5,03 m.

Bei voller Belastung entwickelt das Fahrzeug eine Geschwindigkeit von 47,3 km/h und in Steigungen von 5 % 29 km/h. Die Anfahrbeschleunigung beträgt 0,9 m/s². Bei einer Geschwindigkeit von 48 km/h kann das Fahrzeug auf 24 m zum Stehen gebracht werden. Die Reisegeschwindigkeit liegt zwischen 18 und 19 km/h.

Das U-förmige Chassis aus Nickelstahl nimmt auch auf Aufbauten für Niederflur Rücksicht. Die Vorderachse ruht in Rollenlagern. Auf möglichst leichte und bequeme Steuerung ist größter Wert gelegt worden. Im Gegensatz zu der üblichen 4-Feder-Anordnung sind Einzelfedern angeordnet. Die Hinterachsen bestehen aus einem Nickelstahl-Schmiedestück. Zur gleichmäßigen

Digitized by Google

Verteilung der Kräfte auf beide Achsen ist auf der Mittelachse ein drittes Differential vorgesehen.

Die Motoren sind vorn im Wagen untergebracht mit Ausnahme der Widerstände. Erstere haben Selbstkühlung und eine normale Leistung von 80 bzw. 82 PS. Der Anker läuft in Rollenlagern und ist leicht herausnehmbar. Der in der Motorhaube befindliche Motor kann ebenfalls leicht ausgebaut werden.

Die Wagen der English Electric sind mit sechsnockigem Fahrschalter ausgerüstet, während die Motoren der British Thomson-Houston als Neuerung neunnockige Fahrschalter haben, die besonders sinnreich gebaut sind.

Die Stromabnahme erfolgt durch 6,1 m lange Rollenstromabnehmer, die ein seitliches Ausbiegen des Fahrzeuges bis zu 3,96 m von der Mittellinie ermöglichen. Sämtliche 6 Räder haben Innen-Backenbremsen, die auf Preßstahltrommeln wirken. Die Bremsen der vier hinteren Räder sind durch Handhebel feststellbar. Die Bremsung sämtlicher 6 Räder erfolgt durch Pedal unter Verstärkung durch das Dewrandre-Servo-Vakuum-System. Außerdem erfolgt bei sämtlichen Fahrzeugen Widerstandsbremsung. Die Bremsung erfolgt nach vier Stufen, u. zw.

1. Drosselung der Stromzufuhr,
2. Einschaltung der Widerstandsbremse,
3. weitere Bremsung wie 2,
4. Wirkung der Radbremsen unter Servoverstärkung.

Die Wagenaufbauten sind mit kräftigem Rahmenwerk versehen und mit Aluminiumblech verkleidet, wobei der obere Fahrgastraum unabhängig von dem unteren ausgebildet worden ist. Beide sind zusammengeschraubt, wobei die oberen Bodenquerträger zugleich die Spriegel der Decke des unteren Fahrgastraumes bilden. Im unteren Raum ist Platz für 24 Fahrgäste, im oberen Raum für 32 Fahrgäste. (Electr. Rly. J. Bd. 75, S. 355.) *isch*

Landwirtschaft.

Statistik der Elektrisierung der Landwirtschaft, insbesondere der Farmen, in den Vereinigten Staaten von Amerika. — Die N.E.L.A.[1] berichtet in einer Broschüre über den Fortschritt der Elektrisierung der Landwirtschaft und Farmen in den letzten 10 Jahren. Trotz der raschen Entwicklung der „rural and farm electrification" in den letzten Jahren ist infolge der großen Entfernungen und der amerikanischen Siedlungsweise (Städte und Farmen, keine Dörfer) das flache Land für den Stromabsatz nur wenig erschlossen.

Am 1. IV. 1930 gab es in den V. S. Amerika rd. 596 000 Farmen, die Strom von einem Elektrizitätswerk beziehen (d. s. 9,5 % der überhaupt vorhandenen Farmen) und weitere 294 000 (4 %) Farmen, die eigene Stromerzeugungsanlagen besitzen. Nur 13,5 % aller Farmen verwenden also elektrische Energie. Am geringsten elektrifiziert sind die großen Farmer-Gebiete der südöstlichen (3,4 %) und südwestlichen (3,6 %) Zentralstaaten. Am weitesten fortgeschritten in dieser Beziehung sind die Farmen und Obstplantagen (elektrische Bewässerung) Kaliforniens, die zu 63,3 % Elektrizität verwenden, ferner die Farmen in Massachusetts (62,6 %), Utah (58,1 %), Rhode Island (57,5 %), New Jersey (53 %), Connecticut (52,7 %), Washington (48 %), New Hampshire (41,3 %). Zwischen 30 und 40 % stromversorgte Farmen weisen die Staaten Oregon, New York, Nevada, Maine, Vermont und Idaho auf.

Ende 1931 wurden unter Außerachtlassung der Farmen, die den Strom lediglich für Beleuchtungszwecke benötigen, in den V. S. Amerika rd. 700 000 Farmen mit Stromverwendung für den landwirtschaftlichen Betrieb gezählt; d. s. 11,1 % der 6,3 Mill überhaupt vorhandenen Farmen. 1923 betrug die entsprechende Anzahl nur rd. 177 500; der jährliche Zugang an elektrischen Farmen stieg von rd. 30 000 im Jahre 1924 auf 120 000 im Jahre 1928, sank dann aber auf 74 000 im Jahre 1930 und 49 000 im nächsten Jahr.

Die absolut höchsten Ziffern elektrisierter Farmen weisen Ende 1931 auf: Kalifornien mit 87 000 (63,8 % der vorhandenen), New York mit 51 000 (32,1 %), Ohio mit 46 000 (20,9), Pennsylvania mit 41 000 (24), Wisconsin mit 38 000 (20,8), Washington mit 36 000 (51), Michigan mit 34 000 (20,2), Iowa mit 32 000 (14,7), Illinois mit 27 000 (12,6), Indiana mit 22 000 (16,1). Die Staaten mit den, im Verhältnis zu den vorhandenen, meisten elektrisierten Farmen sind Kalifornien 63,8 % (von 87 000 vorhandenen), Rhode Island 59,5 % (2000), Utah 56,8 % (15 000), Massachusetts 55,8 % (14 000), Connecticut 53 % (9000), Washington 51 % (36 000).

[1] National Electric Light Association.

Während die Anzahl der elektrisierten Farmen sich von 1930 zu 1931 um 7,5 % vermehrt hat, erfuhr der Stromverbrauch eine Zunahme um 5 %, d. h. von 1,79 Mrd auf 1,88 Mrd kWh. Von dem Stromverbrauch der Farmen des letzten Jahres entfielen allein auf Kalifornien 1,2 Mrd kWh; dort belief sich der durchschnittliche Jahresverbrauch je Farm auf 14 500 kWh, während er in anderen Staaten — von wenig Ausnahmen abgesehen — zwischen 500 und 2000 kWh betrug.

Rd. 257 000 Farmen verwenden Elektromotoren, d. s. etwa 37 % der elektrisierten Betriebe. An 1. Stelle steht wiederum Kalifornien, wo 51 % der stromversorgten Farmen über Elektromotoren verfügen. (N.E.L.A. Publ. 1932, Nr. 237.) *Dr. Al.*

Fernmeldetechnik.

Die Polizei-Straßenmelder- und Polizei-Notrufanlage der Polizeiverwaltung Berlin. — Die Polizeiverwaltung Berlin benutzt bei Erfüllung ihrer Aufgaben in großem Umfang Schwachstrom-Signalanlagen, darunter auch Straßenmelder- und Notrufanlagen. Polizei-Straßenmelder dienen ausschließlich dem Verkehr zwischen den Polizeibeamten im Straßendienst und dem zuständigen Polizeirevier oder dem Überfallkommando. Ein solcher Straßenmelder besteht aus einem gußeisernen Kasten, der einen Fernsprechapparat enthält und dessen Vorderseite zwei mit „F" und „Ü" bezeichnete Schlüssellöcher besitzt, zu denen die Polizeibeamten passende Schlüssel erhalten. Durch Benutzung des Schlüssellochs „F" kann der Polizeibeamte den Melder öffnen und dann mit dem Fernsprecher über eine zum zuständigen Polizeirevier verlaufende Leitung Meldungen an das Revier durchgeben; umgekehrt ist auch der im Straßendienst befindliche Polizeibeamte vom Revier aus über den Straßenmelder zu erreichen, dem zu diesem Zweck als Anrufzeichen ein Alarmwecker und ein Lichtsignal zugeordnet sind. Wenn der Beamte ferner seinen Schlüssel in das mit „Ü" bezeichnete Schlüsselloch steckt und einmal herumdreht, so wird über eine besondere Verbindungsleitung zum zuständigen Überfallkommando an dessen Empfangszentrale ein Signal ausgelöst und dadurch das Überfallkommando alarmiert. Mehr als 80 solcher Straßenmelder sind bisher in Berlin aufgestellt worden, u. zw. besonders an verkehrsreichen Punkten und an den Stellen, an denen erfahrungsgemäß Ansammlungen und Demonstrationen stattfinden. — Polizei-Notrufanlagen sind Signalanlagen, die zum Schutze von Leben und Eigentum bei Privaten (z. B. Banken, Juweliergeschäften u. dgl.) eingerichtet und mit dem Überfallkommando verbunden werden, so daß dieses in schnellster und einfachster Weise alarmiert werden kann. Jede Notrufanlage besitzt einen Hauptmelder mit einem Uhrwerk, das bei Auslösung den Polizei-Notruf über eine Leitung an das zuständige Überfallkommando gibt; die Auslösung geschieht entweder mechanisch durch Zug an einem aus dem Hauptmelder hervorragenden Griff oder elektrisch durch Betätigung von Druckknöpfen oder Fußkontakten, die z. B. hinter den Verkaufstischen angebracht sind. Alle Leitungen der Anlage sind natürlich so gesichert untergebracht, daß ihre Zerstörung durch Verbrecher ausgeschlossen ist. In der Empfangszentrale des Überfallkommandos wird der eingehende Notruf selbsttätig aufgezeichnet, so daß das Überfallkommando innerhalb weniger Minuten zu dem Hilferufenden fahren kann. Nach Geschäftschluß übernehmen ähnlich gestaltete Raumschutzanlagen die Sicherung der Geschäftsräume gegen Einbruch. Das Polizei-Notrufnetz in Berlin besteht z. Z. aus mehr als 850 Notrufanlagen, die an 17 Überfallkommandos angeschlossen sind. (L. Voit, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 214.) *But.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Untersuchung der Induktion von Eisen beim Zugversuch. — Die Kurven der Änderung der Induktion von ferromagnetischem Eisen, das bei konstanter Feldstärke dem Zerreißversuch unterworfen wird, zeigen bei richtiger Wahl der Feldstärke und bei Vermeidung von störenden Hystereseerscheinungen für magnetisch weiches und auch für magnetisch hartes Material in der Hauptsache einen ähnlichen Verlauf. Die kritischen Belastungspunkte des Spannungs-Dehnungs-Diagrammes werden durch die magnetische Kurve stets angezeigt. Insbesondere tritt die Elastizitätsgrenze im magnetischen Diagramm durch einen Umkehr- oder Haltepunkt deutlich in Erscheinung. Die Grenze der Proportionalität kann aus dem magnetischen Diagramm nicht entnommen werden. Da hier offenbar keine Änderung der Molekularstruktur stattfindet, ist es

Digitized by Google

vielleicht zweckmäßig, den Begriff „Proportionalitätsgrenze“ ganz fallen zu lassen.

Richtung und Größe der Induktionsänderung sind, wie im einzelnen gezeigt wird, von der Feldstärke und der magnetischen Vorgeschichte abhängig. Die größte Zunahme der Induktion bei der Elastizitätsgrenze tritt bei derjenigen Feldstärke auf, die der größten Steilheit der Magnetisierungskurve entspricht. Diese Feldstärke stellt den günstigsten magnetischen Arbeitspunkt für den Zerreißversuch dar. Eine nahezu gleich große Zunahme der Induktion tritt während der elastischen Formänderung dann ein, wenn der Versuch an der steilsten Stelle des aufsteigenden Hystereseastes durchgeführt wird. Für praktische Messungen ist diese Einstellung vorzuziehen.

Die Streckgrenze kennzeichnet sich im magnetischen Diagramm durch ein Minimum mit anschließendem Maximum oder durch einen Haltepunkt. Der folgende weitere Belastungsanstieg wird im magnetischen Diagramm durch Induktionsabnahme angezeigt. Die Bruchgrenze des Materials wird durch ein Minimum der magnetischen Kurve wiedergegeben. Der weitere Verlauf bis zur Zerreißbelastung wird durch die Einschnürung beeinflußt. Die magnetische Kurve zeigt meist geringe Zunahme und anschließend sehr starke Abnahme.

Eine Verfestigung des Materials durch Kaltrecken hat eine Erhöhung der Elastizitäts- und Streckgrenze zur Folge, die Bruchbelastung ändert sich hingegen nur unwesentlich. Dehnung und Elastizitätsmodul erfahren eine Abnahme. Die magnetischen Umkehr- und Haltepunkte bei kaltverformten Eisenstäben erhöhen sich gleichfalls, so daß auch in diesem Falle die kritischen Belastungspunkte deutlich in Erscheinung treten. Die Magnetisierungskurve nimmt bei durch Kaltverformung verfestigtem Material eine flachere Gestalt an, gleichfalls tritt eine bedeutende Verringerung der Maximalpermeabilität und der Remanenz ein; die Koerzitivkraft hingegen erfährt eine geringe Zunahme. (F. Schmidt, Dissertation T. H. Dresden 1931.) *zfg.*

Hochspannungstechnik.

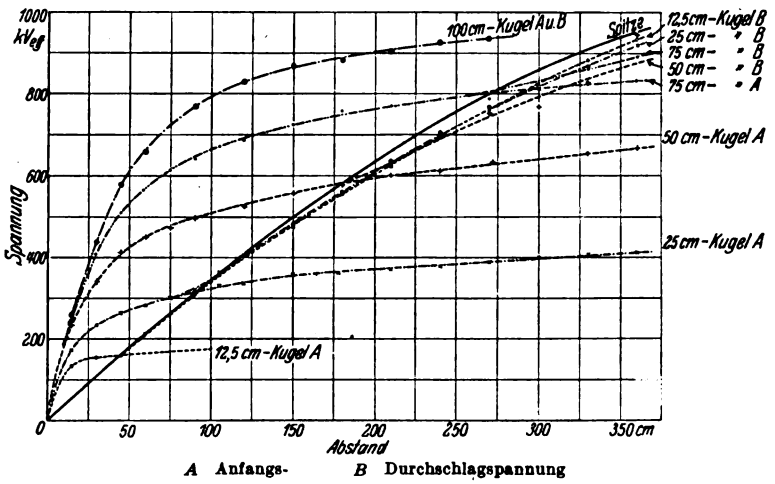
Dielektrische Erscheinungen bei hohen Spannungen. — Die recht breit angelegte Arbeit beschäftigt sich in der Hauptsache mit der Durchschlagfestigkeit gasförmiger, flüssiger und fester Isolierstoffe. Wenn auch an Tatsächlichem nichts wesentlich Neues geboten wird, so liegt der Wert der Arbeit in der außerordentlichen Fülle von zahlenmäßigem Experimentalmaterial in bezug auf die Abhängigkeit der Durchschlagfestigkeit von verschiedenen bestimmenden Faktoren.

Der erste Teil befaßt sich mit dem Durchschlag infolge Wechselspannung technischer Frequenz. Zunächst wird die Luftfunkenstrecke behandelt (Abb. 5). Es werden die Kurven gegeben, welche die Abhängigkeit sowohl der Anfangs- wie der Durchschlagspannung vom Abstand für verschiedene Kugeldurchmesser darstellen. Des weiteren wird die spannungerhöhende Wirkung des Luftdruckes untersucht, u. zw. bis etwa 20 at. Als Besonderheit wird die die Durchschlagspannung erhöhende Wirkung scharf gekrümmter Elektroden erwähnt, ferner die Erhöhung durch Einbringen von Preßspanplatten behandelt. Der elektrische Wind wird kurz gestreift und der Winddruck in Abhängigkeit von der angelegten Spannung bei Büschelentladungen gemessen. Sodann folgen die Versuche über Öldurchschlag bei Wechselspannung. Es wird jeweils gleichzeitig die Durchschlagspannung zwischen Kugel und Platte bei großen Abständen und die Durchschlagspannung an dem Prüfgefäß der British Engineering Standards Association gemessen. Wichtig scheint, daß die Spannungen verschieden ausfallen, wenn während der Versuche das Öl stillsteht oder zirkuliert. Beachtenswert ist, daß bei gleichzeitigen Nadeldurchschlägen bei großen Abständen die kleine Kontrollfunkenstrecke um 30 % niedrigere Werte anzeigt als sonst. Einige Versuche befassen sich mit Gleitentladungen längs der Oberfläche fester Isolierstoffe, insbesondere an lackierten Papierisolatoren. Der Verlauf Spannung gegen Abstand ist für die Anfangsentladung, wie schon Haefely vermutete, linear.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit Stoß-, Hochfrequenz- und Gleichspannung. Die Versuche in Luft zeigen, daß bei großen Abständen die Durchschlagspannung niedriger liegt, wenn die stärker gekrümmte Elektrode positiv ist, bei niedrigen Abständen ist das Entgegengesetzte der Fall. Die Stoßwerte liegen höher als die für Wechselspannung, besonders bei höheren Abständen. Ähnlich verhält sich die Polarität auch unter Öl. Die Hochfrequenzwerte fallen in Luft mit den Niederfrequenzwerten zusammen, in Öl liegen sie ähnlich erhöht wie die Stoßwerte.

Ein besonderer Wert der Versuche des ersten und zweiten Teiles liegt nicht nur im Systematischen der ganzen Untersuchung, sondern hauptsächlich darin, daß Spannungen bis zu 1 Mill V verwendet werden, dementsprechend die Elektrodenabstände auch besonders groß sind, in Luft bis etwa 3 m.

Der dritte Teil befaßt sich endlich mit dem Durchschlag von festen Isolierstoffen, ist aber in der Hauptsache theoretischer Natur. Zum Schluß folgen einige Messungen mit 50periodiger Wechselspannung sowie Stoßspannung an Bakelitpapier, Preßspan und an papierisolierten Drähten. Gleichzeitig wird der Einfluß der Temperatur und Polarität untersucht. Einige Zusätze und eine Literaturzusammenstellung beschließen die Arbeit. Die recht ausgedehnte Diskussion über den Vortrag, welcher an verschiedenen Stellen gehalten wurde, ist auch abgedruckt. (B. L. Goodlet, F. S. Edwards u. R. R. Perry, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 695.) *Ge.*



A Anfangs- *B* Durchschlagspannung

Abb. 5. Durchschlag- und Anfangspannung in Luft für verschiedene Elektroden.

Verschiedenes.

Bericht von der Sondertagung über Blitzschutzfragen. — Über die Sondertagung des Verbandes Sächsischer Elektrizitätswerke, e. V., über Blitzschutzfragen, die am 24. X. 1932 in Dresden stattfand, und über die wir auf S. 1206 v. J. berichteten, ist ein ausführlicher Bericht erschienen, der zum Preise von 3,50 RM vom Verband Sächsischer Elektrizitätswerke, e. V., Dresden-A. 24, Bismarckplatz 6 III, bezogen werden kann. Dieser Bericht enthält folgende Vorträge: Max. Toepler, „Blitzbildung und Blitzschläge“; L. Binder, „Das Verhalten von Erdungsanordnungen bei Blitzschlägen“; G. Lehmann, „Neuere Erfahrungen mit Erdungsverbesserung zur Einschränkung der Gewitterstörungen an Hochspannungsleitungen“; K. Kühn, „Schutz gegen Überschläge durch Überspannungen“; W. Riepl, „Die neuesten Überspannungs-Schutzapparate und ihre Wirkungsweise“.

Durchmessernormung bei Rollen für Papier- und Aluminiumfolien. — Beim Deutschen Normenausschuß ist angeregt worden, die Innendurchmesser von Rollen für Papier- und Aluminiumfolien, die für das Wickeln von Kondensatoren gebraucht werden, zu normen. Zur Zeit sind verschiedene Innendurchmesser der Hülsen gebräuchlich und entsprechend verschiedene Dorne der Wickelmaschinen. Bei den Aluminiumfolien-Rollen ist ein Innendurchmesser von 40 mm schon sehr gebräuchlich, so daß es zweckmäßig scheint, diesen als Norm vorzuschlagen. Weniger einheitlich sind die Innendurchmesser der Papierfolien-Rollen, für die eine ganze Anzahl von Durchmessern bisher noch üblich ist. Vielleicht läßt sich auch hier der 40 mm-Durchmesser als Norm festlegen. Der Deutsche Normenausschuß bittet um Stellungnahme hierzu. *of*

Digitized by Google

Die Dezimalklassifikation. — Im Laufe der letzten Jahre hat die Dezimalklassifikation als einheitliches, alle Wissengebiete umfassendes Ordnungsystem wie in allen Ländern, so auch in Deutschland, trotz der ihr noch anhaftenden Unvollkommenheiten immer mehr Benutzer gefunden. Ihr Hauptanwendungsgebiet ist heute die Bibliographie und der Nachweis von Schrifttum, besonders für die Naturwissenschaften und die Technik. Um ihre allgemeine Anwendung zu ermöglichen, hat der Deutsche Normenausschuß, Berlin NW 7, eine gekürzte Ausgabe der Dezimalklassifikation mit ausführlichen Erläuterungen herausgegeben, die 4000 der wichtigsten Gruppen und ihre DK-Zahlen enthält. (Preis 4 RM, Beuth-Verlag, Berlin SW 19.)

Der Deutsche Normenausschuß beantwortet alle die Dezimalklassifikation betreffenden und die aus ihrer Anwendung sich ergebenden Fragen oder nennt Fachleute, die um Auskunft angegangen werden können. *of*

Abkürzung von Zeitschriftentiteln in der ETZ. — Mehrfache Anfragen von Lesern der ETZ bei der Schriftleitung lassen es uns angezeigt erscheinen, nochmals[1] darauf hinzuweisen, daß in der ETZ die in Fußnoten usw. angeführten Titel fremder Zeitschriften nach dem „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften" des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine abgekürzt sind. Dieses Verzeichnis beruht auf international anerkannten Kürzungsregeln, und es ist zu hoffen, daß nicht nur die deutschen, sondern auch die ausländischen technischen Zeitschriften sich in absehbarer Zeit allgemein dieser Kurztitel bedienen werden. Wir empfehlen unseren Verfassern und Lesern den Erwerb des nützlichen und billigen Heftes; es ist für 0,60 RM durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zu beziehen.

Energiewirtschaft.

Portugals Elektrizitätswirtschaft. — Anfang 1931 bestanden in Portugal nach der von der Verwaltung der Wasserkraft- und Elektrizitätsanlagen herausgegebenen Estatistica das Instalaçoes Eléctricas[2] 395 öffentliche Werke und Eigenanlagen, von denen 75 (36 606 kW) mit Wasser und 320 (113 802 kW) mit Wärme betrieben wurden. Die Maschinenleistungen von zwei Wasserkraft- und drei Dampfanlagen (zusammen 68 964 kW) betrugen je Werk mehr als 5000 kW, im übrigen lagen sie aber größtenteils unter 100 kW. Die öffentlichen Elektrizitätswerke haben 1930 insgesamt 204 Mill kWh produziert, u. zw. 123 Mill kWh mittels Wärme und 81 durch Wasserkraft, die Eigenanlagen 55,7 Mill kWh. Der Verbrauch der an erstere angeschlossenen Abnehmer verteilte sich bei im ganzen 168,5 Mill kWh mit 46 Mill auf Beleuchtung, 43 auf Bahnbetrieb, 71 auf Kraftkonsum und rd. 8 Mill kWh auf die chemische Industrie. Als jährliche Benutzungsdauer der installierten Leistung ergeben sich für die hydraulischen Anlagen 2441, für die kalorischen 1501 und für alle Werke 1729 h. Je Einwohner des Landes sind 1930 39,6 kWh (36,2 i. V.), je mit Strom belieferten Bewohner 48,5 kWh (45,7 i. V.) geliefert worden; in Lissabon erreichte dieser spezifische Verbrauch nahezu 140, in Porto sogar 186,5 kWh. An der Spitze der öffentlichen Betriebe stehen die Wasserkraftwerke Lindoso (14 000 kW) und Lugar de Chocalho (5120 kW), ferner die beiden Dampfanlagen Lissabons (14 238 und 27 750 kW) und drei solche in Porto (3250, 4838, 7856 kW). Die größte hydraulische Eigenanlage verfügt über 1040 kW, die bzw. kalorische über 3194 kW. (Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 222.) *fm.*

Braunkohle und Torf. — Auf der 15. Hauptversammlung der Brennkrafttechnischen Gesellschaft am 8. XII. 1932 in Berlin sprach u. a. Dr. F. Frank, Berlin, über „Braunkohle und Torf als Energiequellen des Verkehrswesens". Als solche sind die gasförmigen, flüssigen und festen Produkte anzusprechen, die bei der thermischen Zersetzung von Braunkohle und Torf gewonnen werden. Eine neue Entwicklung haben die Hochtemperatur-Verkokungsversuche eingeleitet, d. h. die Anwendung von Temperaturen bei der Zersetzung von Braunkohle und Torf, wie sie normal für die Verkokung und Entgasung der Steinkohle gebraucht werden. Die als Produkte entstehenden Gase und Teeranteile sind chemisch und physikalisch gleich oder ähnlich denen aus der Steinkohle. Da auch die Gaszusammensetzung der des Steinkohlengases gleichartig ist, kann das Gas aus der Braunkohle wie z. B. in Mitteldeutschland an die Stelle des Steinkohlengases treten. Beim Torf geben die leichteren Kohlenwasserstoffe besonders reine Benzine. Die Torfvergasung mit Krackung des Teers bei 800 ° C liefert hochwertige Gase und Auswaschprodukte für die Benzolgewinnung. Aus dem Torfteer sind gutes Anthrazenöl wie andere verschiedene Öle und Pech zu erhalten. Ebenso ist Ölgas zu gewinnen, das in der Reichsbahnbeleuchtung an Stelle des Blaugases Verwendung finden kann. *Pge.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 112.

[2] Imprensa Nacional, Lissabon 1931.

AUS LETZTER ZEIT.

Fachschau „Messen an Maschinen". — Eine gediegene, auf das Wesentliche und die neuesten Fortschritte beschränkte Fachschau wird vom Haus der Technik in Essen gemeinsam mit dem Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen im Mai d. J. in den Räumen des Hauses der Technik veranstaltet werden. Die Fachschau wird die neuesten Geräte und Verfahren zeigen, die sich befassen mit der Messung des Betriebsstoffes nach Menge und Zustand, mit der Messung nach Leistung und mit der Messung der Verluste an Kraft und bei Maschinen. Es kommen also in Frage: Geräte zur Gas-, Wasser- und Dampfmessung, Druck-, Wärme-, Feuchtigkeits- und Geschwindigkeitsmessung, Heizwert- und Rauchgasmessung, Brennstoff- bzw. Triebmitteluntersuchungen, Indikatoren, Dynamoarmaturen, Tachometer, Bremsmeßapparate, Schwingungs- und Reibungsmeßgeräte u. dgl. Als Veranstalter kommen in Frage: Spezialfirmen, Kraftüberwachungstellen, technisch-wissenschaftliche Institute und einzelne Unternehmungen oder Fachleute, die neue Verfahren mit der Meßbestimmung irgendwelcher Größen der Maschinenwirtschaft zu zeigen haben. Die Kosten für die Ausstellung der betreffenden Instrumente werden tunlichst gering sein, da es sich nicht um eine der üblichen Ausstellungen, sondern um eine reine Fachschau handelt, die sich lediglich an die Fachwelt wendet und mit einer Vortragsreihe im Haus der Technik in Verbindung stehen wird. Anmeldungen sind an das Haus der Technik, Essen, Kapuzinergasse 8, zu richten.

Neue Hauptbahn-Triebwagen. — Wie jetzt die Reichsbahndirektion Köln bekanntgegeben hat, werden die Maybach-Triebwagen, worüber wir auf S. 93 d. J. berichteten, nicht für den Rundverkehr Köln—Dortmund—Wuppertal—Köln benutzt, sondern in der Weise in den Verkehr gestellt, daß die beiden 410 PS-Wagen den Kurvenverkehr Krefeld—Düsseldorf als Ersatz für die heutigen kleinen Dampfzüge übernehmen. Hierdurch wird das „Kopfmachen" in den stark in Anspruch genommenen Bahnhöfen Düsseldorf und Krefeld erleichtert, indem die Motoren der Triebwagen von den Anhängern aus gesteuert werden können, so daß der Zug in jeder Richtung ohne Umstellung fahren kann. Zwei weitere dieselelektrische Wagen von 175 PS werden voraussichtlich im Verkehrsgebiet des linken Niederrheins eingesetzt. Ob endlich noch ein 175 PS-Triebwagen auf der Rhein—Ahr-Strecke in Betrieb genommen werden wird, unterliegt zur Zeit noch der Prüfung. *Arb.*

180 km neue Hochspannungsleitung nach Mecklenburg. — Die vom Märkischen Elektrizitätswerk jetzt durch Brandenburg und Mecklenburg im Bau befindliche Hochspannungsleitung hat eine Länge von etwa 180 km. Sie wird mit 100 000 V betrieben werden und nimmt ihren Ausgang vom Umspann- und Umschaltwerk des M.E.W. bei Finow in der Mark, geht von da aus westwärts bis Liebenwalde, wendet sich hier gegen Norden und führt nach Güstrow. Für die Stromversorgung Mecklenburgs ist diese neue Hochvoltleitung von größter Bedeutung. Wenn sie im März dieses Jahres unter Spannung gesetzt wird, beginnt für das östliche Mecklenburg elektrizitätswirtschaftlich ein neuer Zeitabschnitt. Als Stromlieferung wird dann an die Stelle der verschiedenen kleinen Kraftwerke das Zentral-Großkraftwerk des M.E.W., das Braunkohlenkraftwerk Finkenheerd bei Frankfurt (Oder) treten, das über die neue Leitung und über die verschiedenen Unterwerke, besonders vom Endpunkt Güstrow aus, seine Energie bis an die Küste der Ostsee sendet.

Eisenbahnelektrisierung für Belgien. — Die belgische Eisenbahnverwaltung hat beschlossen, die Elektrisierung der Eisenbahn zwischen Brüssel und Antwerpen im Wege der auch für andere Länder offenen Ausschreibung zu vergeben. Näheres ist durch den Service du matérial des Chemins de fer belge, rue de Louvain, 21, Brüssel, zu erfahren.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission für Installationsmaterial hat einen Entwurf zu

Änderungen und Ergänzungen einiger Paragraphen der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928“

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird und der Jahresversammlung 1933 zur Beschlußfassung vorgelegt werden soll.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. März 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Entwurf

zu Änderungen der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928“.

C. Steckvorrichtungen.

[Unter diese Bestimmungen fallen auch Stecker, deren Umhüllung aus Weichgummi besteht (Weichgummi-Stecker), und zwar

a) für Ausführungen, bei denen die Anschlußleitung auswechselbar ist,

b) für Ausführungen, bei denen die Anschlußleitung fabrikationsmäßig mit dem Stecker verbunden ist.]

§ 30.

1. Normale Nennstromstärken . . . . auch 6 A.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)
Für Weichgummi-Stecker . . . . 6 und 10 A.
2. Normale Nennspannungen . . . . auch 380 V.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)
Weichgummi-Stecker 250 V.

§ 34 a).

Bei Steckern . . . . . verbunden sein.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Bei Weichgummi-Steckern müssen die Steckerstifte auf einem starren Träger aus Isolierstoff befestigt sein.

§ 35 b).

Die Art . . . . . einer Schnur.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Für Weichgummi-Stecker, bei denen die Anschlußleitung fabrikationsmäßig mit dem Stecker verbunden ist, wird die Erfüllung des § 35 b) nicht gefordert.

§ 36 b).

Die Steckerkörper . . . . . werden kann.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Bei Weichgummi-Steckern, bei denen die Anschlußleitung fabrikationsmäßig mit dem Stecker verbunden ist, wird die Erfüllung des § 36 b) nicht gefordert. Der Anschluß der Zuleitung unterliegt nicht dem § 8 a) der K.P.I.

§ 36 c).

In Steckern . . . . . verwendbar sein.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Weichgummi-Stecker, bei denen die Anschlußleitung auswechselbar ist, brauchen nur für Anschlußleitungen bis 1 mm² verwendbar zu sein.

§ 39.

c) Stückprüfung. (Gültig ab 1. Juli 1933.)

An Weichgummi-Steckern, bei denen die Anschlußleitung fabrikationsmäßig mit dem Stecker verbunden ist, ist eine Stückprüfung durchzuführen. Jeder derartige fertige Weichgummi-Stecker ist kurzzeitig mit 1500 V Wechselspannung zu prüfen.

Bei der Prüfung darf zwischen Metallteilen verschiedener Polarität weder Durch- noch Überschlag erfolgen.

§ 42 b).

Die Zugentlastung . . . . . nicht erfolgen.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Bei Weichgummi-Steckern darf nach dieser Prüfung die Zuleitung nicht gerissen sein.

§ 44.

Isolierteile . . . . . geprüft werden.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Bei Weichgummi-Steckern sind die Weichgummiteile 7 Tage ununterbrochen einer Temperatur von 70 ° C auszusetzen; nach dieser Prüfung müssen die Stecker nachstehenden Anforderungen standhalten:

Weichgummi-Stecker, bei denen die Anschlußleitung auswechselbar ist	Weichgummi-Stecker, bei denen die Anschlußleitung fabrikationsmäßig mit dem Stecker verbunden ist
K. P. I. § 39 a) und b)	K. P. I. § 39 a) und b)
„ § 40 a) und b)	„ § 40 a) und b)
„ § 41 a)	„ § 41 a)
„ § 42 a) bis c)	„ § 42 a)
„ § 43 b)	„ § 43 b)
„ § 44 a)	„ § 44 a)
„ § 45	„ § 45

§ 79 a).

Körper . . . . . bestehen.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Weichgummi ist zulässig; Weichgummi darf aber weder als Träger Spannung führender Teile verwendet werden noch mit solchen Teilen in Berührung kommen.

§ 80 b).

In Handleuchtern . . . . . entzogen bleiben.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

In Weichgummi-Handleuchtern sind Schalter verboten.

§ 81.

b) (Gültig ab 1. Juli 1933.) Besteht der Körper der Handlampe aus Weichgummi, so darf sich der Schutzkorb vom Körper nicht abziehen lassen. Die Befestigung des Schutzkorbes muß eine Beanspruchung auf Zug zwischen Körper und Schutzkorb von mindestens 10 kg aushalten.

§ 86 a).

Die Isolierteile . . . . . geprüft werden.
(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Bei Weichgummi-Handleuchtern sind die Weichgummiteile 7 Tage ununterbrochen einer Temperatur von 70 ° C auszusetzen; danach müssen sie den Bestimmungen der §§ 84 und 85 entsprechen.

§ 89.

Isolierrohre mit gefalztem Mantel.

a) Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem oder aluminiumüberzogenem Eisenblech müssen DIN VDE 9030 entsprechen.

b) bis d) Wortlaut wie bisher.

e) wird ergänzt durch:

Feststellung der Dicke der Aluminiumauflage auf chemischem Wege.

Das abgemantelte mit Aluminium überzogene Band wird auf der Innenseite mit einem geeigneten Schutzanstrich versehen. Der Prüfling wird in ein Ätznatronlaugenbad von etwa 10 Gewichtsteilen Ätznatron und 90 Gewichtsteilen Wasser getaucht. Das Bad soll eine Temperatur von annähernd 90 ° haben. Der Prüfling muß so lange im Bad verbleiben, bis keine Blasen mehr aufsteigen. Hierauf wird der Prüfling abgespült und der Schutzanstrich entfernt. Das Gewicht der Aluminium-

Digitized by Google

auflage wird durch Wägung vor und nach der Behandlung festgestellt. Das Aluminiumgewicht der Außenseite muß mindestens 0,20 g/dm² betragen.

f) Feststellung der Gleichmäßigkeit der Bleischicht bzw. Aluminiumschicht durch Korrosionsprobe.

Rohrstücke mit verbleitem Eisenmantel müssen vor der Prüfung mit Benzin, Rohrstücke mit aluminiumüberzogenem Eisenmantel mit Äther gründlich entfettet werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen der Metallauflage festzustellen, werden die Rohrstücke in ein möglichst frisch hergestelltes Gemisch von

3 Teilen 1proz. Lösung von rotem Blutlaugensalz und
1 Teil 1proz. Lösung von Ammoniumpersulfat

nach dem Paraffinieren der Schnittflächen 10 min lang hineingestellt. Danach werden die Rohrstücke so langsam senkrecht aus der Lösung herausgezogen, daß keine Flüssigkeit am Metallmantel haften bleibt. Durch die Einwirkung der Lösung dürfen auf dem Metallbelag der Rohrstücke weder tiefblaue Flecken entstehen noch darf eine allgemeine leichte Blaufärbung des Metallmantels eintreten.

§ 99.

2. Der Prüfling . . . . . angepaßt sein.

(Gültig ab 1. Juli 1933.)

Weichgummi-Stecker sind nicht in der Prüfvorrichtung aufzuhängen, sondern an ihren Stiften zu befestigen.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. 22. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Hochspannungsinstituts der T. H., Eing. Hamburger Straße 307: Vortrag Dir. Ziehl, Berlin, „Geräuschlos laufende Motoren für Gleich- und Drehstrom".

Elektrotechn. Verein Breslau. 21. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 301 der T. H.: Vortrag Dir. Probst, Berlin, „Neues über Hochspannungsanlagen, Warten und öllose Schalter".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 21. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H. (Eing. Gartentor): Vortrag Obering. Thun, „Allgemeines über Röntgenanlagen unter besonderer Berücksichtigung der neuen hochspannungsgeschützten und strahlensicheren Apparaturen".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Köln. 17. II. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal der Lesegesellschaft, Langgasse 8: Vortrag Dr. E. Meyer, „Aufgaben der technischen Akustik: mechanisch-akustische Widerstände, Lärmbekämpfung".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 21. II. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, Am Krökentor 1: Vortrag Postdir. Dassel, „Die Bedeutung des deutschen Fernkabelnetzes für das derzeitige Fernmeldewesen".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 21. II. 1933, abds. 8h, „Saal der Technik", Alexanderstr. 18: Lichtbildervortrag Obering. M. Viertel, „Maschinenschäden und ihre Ursachen".

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 21. II. 1933, abds. 7 h, gr. Saal im Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27: Lichtbildervortrag Marinebaurat Schulthes, „Elektrisch angetriebene Schiffspropeller".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztlicher Verein für Strahlenkunde. 23. II. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Universitätsinstituts für Strahlenforschung, Berlin, Robert-Koch-Platz 1: 1. Diskussion über die die Vorträge Herz und Ziegler betr. Röntgenpapier. 2. Karplus, Bemerkung zu dem Vortrag von Frik über „Röntgenuntersuchung am Kniegelenk". 3. Lewin, „Zur Ursache der tabischen Knochen- und Gelenkerkrankungen".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Leistungsverhältnisse bei Großsendern.

In der Veröffentlichung des Herrn U. STEUDEL, Dresden, in der ETZ 1932, H. 38, S. 905 wird der Leistungsumsatz eines Sender-Endrohres und danach der Leistungsdurchgang durch einen gesamten Rundfunksender eingehend besprochen und an Hand von Diagrammen veranschaulicht. Die angeführten Zahlenwerte ermöglichen, eine interessante Energiebilanz aufzustellen, wie es in dieser Veröffentlichung zum erstenmal geschehen ist. Der Verfasser kommt zu der Feststellung, daß der Gesamtwirkungsgrad des betrachteten Großrundfunksenders für die Trägerwelle nur 15,6 % beträgt, und betont dann, daß dieser Zahl wenig Bedeutung beizumessen sei, da das Ziel eines Rundfunksenders nicht wie beim Kraftwerk Energieübertragung sei. Dieser Schlußfolgerung kann ich mich nicht anschließen.

Selbstverständlich ist bei einem Rundfunksender nicht das Ziel Übertragung von „Verbrauchsenergie", sondern von „Auslösungsenergie", wie bei allen Übertragungen der Fernmeldetechnik. Liegt nun z. B. die Auslösungsenergie für einen bestimmten Punkt fest, so ist es natürlich nicht gleichgültig, mit welchem Wirkungsgrad des Senders man arbeitet, insbesondere wenn es sich um Großsender handelt.

Welche wirtschaftlichen Vorteile eine Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades von Großsendern für Deutschland haben würde, zeigt folgende kurze Rechnung: In Deutschland haben wir in Kürze im ganzen 9 Großsender. Diese 9 Großsender haben zusammen eine Trägerwellenleistung von 560 kW. Bei einem Gesamtwirkungsgrad für die Trägerwelle von 15 ··· 16 % für einen Großsender, wie Herr STEUDEL in seiner Veröffentlichung angibt, würde dieser eine Netzaufnahme von rd. 3600 kW entsprechen. Gelingt es z. B., die Aufnahme des Senders an primärer Energie für dieselbe „Auslösewirkung" nur um 33⅓ % zu verringern, was schon jetzt im Bereich der technischen Möglichkeit liegt, so würde sich folgende Ersparnis ergeben: Bei rd. 5000 Betriebstunden eines Senders im Jahr ergibt sich bei 33⅓ % Ersparnis der Netzaufnahme für die 9 Großsender eine Gesamtersparung von

$$3600 \cdot {}^1/_3 \cdot 5000 = 6 \text{ Mill kWh im Jahre.}$$

Nimmt man als Preis für eine kWh 5 RPf an, so entspricht dies einer jährlichen Ersparnis allein an Stromkosten von 300 000 RM, gewiß für die 9 Großsender eine Summe, die in den heutigen Zeiten nicht zu vernachlässigen ist. Natürlich müssen die Kosten der Einrichtung entgegengehalten werden, die zur Erhöhung des Wirkungsgrades führen.

Es liegen Nachrichten vor, nach denen in Frankreich eine Sendertype entwickelt worden ist, die ohne wesentliche Mehrkosten für den Sender erlaubt, obengenannte Erhöhung des Wirkungsgrades zu erreichen. Auch in Deutschland sind Arbeiten im Gange, die auf eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Sender gerichtet sind. Der Grundgedanke dabei ist eine Abänderung des Modulationsverfahrens etwa in der Weise, wie sie in der französischen Patentschrift 706 150 dargestellt wird.

Es ist aus vorstehendem zu ersehen, daß beim Bau von Großsendern der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und damit einer Einsparung an primärer Energie, ganz abgesehen von eventuellen Ersparnissen (z. B. Röhren und Sendeeinrichtungen selbst), doch eine bestimmte wirtschaftliche Bedeutung beizumessen ist.

Braunschweig, 9. I. 1933.

Erich Schulze-Herringen.

Erwiderung.

Die Frage nach einer Wirkungsgradverbesserung wird immer erst dann akut, wenn dadurch wirklich ein wirtschaftlicher Vorteil erreicht wird. Bei einem elektrischen Kraftwerk ist dieser Vorteil offensichtlich. Bei einem Senderbetrieb machen die Stromkosten nur etwa 5 ··· 10 % der gesamten Betriebskosten (Zinsen, Kapitaltilgung, Ersatz, Bedienung) aus. Da mit einer Wirkungsgradverbesserung bei einem Sender wahrscheinlich noch mit einer Verteuerung der Anlagekosten gerechnet werden muß, können sehr leicht die Gesamtbetriebskosten bei Vergrößerung des Wirkungsgrades sogar anwachsen. Niemand wird den Wirkungsgrad eines normalen Telephones, der etwa einige ‰ beträgt, mit umfangreichen Mitteln zu verbessern suchen; denn auch hier spielen die Stromkosten gegenüber den Anschaffungskosten eine untergeordnete Rolle, so daß sich eine Wirkungsgradverbesserung bei auch nur kleiner Anschaffungspreis-Erhöhung nicht „rentiert".

Schon heute kann man den Wirkungsgrad des Sender-Endrohres auf nahezu 100 % bringen, indem man den Gitterruhepunkt weit ins Negative hinein verlegt. Die Rohre werden dann aber so schlecht ausgenutzt, daß sich durch die erhöhten Anschaffungskosten der größeren Rohre (bei derselben Endleistung) die Gesamtbetriebskosten vergrößern; außerdem erhält man eine sehr ungünstige

Digitized by Google

Kurvenform des Anodenstromes. Eine Wirkungsgradverbesserung des Endrohres weit über 70 % bei voller Aussteuerung ist auch deshalb von geringer Bedeutung, weil vorläufig noch bei vielen Sendern der Antennenwirkungsgrad erschreckend schlecht ist. Man baut deshalb heute die Sender nicht mehr wie früher auf Hügel, sondern in Sumpfgelände, um den Erdungswiderstand möglichst klein zu machen.

Die Zahl von 300 000 RM, die Herr SCHULZE-HERRINGEN angibt, ist sicherlich sehr groß; gegenüber den anderen enormen Zahlen der Zinsen und Kapitaltilgung würde sie aber heute noch verschwindend klein sein, und bei einer prozentual auch nur geringen Vergrößerung letzterer sogar wieder aufgehoben werden. Der Nutzen einer Wirkungsgradverbesserung ohne irgendeine Kapitalserhöhung ist natürlich offensichtlich. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn das in dem hohen Maß, wie es Herr SCHULZE-HERRINGEN angibt, durch Änderung der Modulationsart zu erzielen wäre. Denn das ist freilich ein Nachteil der heutigen Sender, daß die Leistung bei geringer Modulation (Trägerwellenleistung) nur ¼, bei 100prozentiger Modulation aber auch nur $^3/_8$ der höchsten Spitzenleistung ist. Bei normalem Betrieb sind die Rohrausnutzung und der Wirkungsgrad schlechter als bei Spitzenleistung.

Obwohl die neuesten Großsender immer mehr als starkstromtechnische Maschinen beurteilt werden müssen, also das gewählte Beispiel des Telephons immer unrichtiger wird, scheint mir bei ihnen heute noch statt einer Wirkungsgradverbesserung wichtiger die Forderung vieler schwachstromtechnischer Apparate, bei gleichen Anschaffungskosten der Apparate eine größere Endleistung, also eine bessere Ausnutzung, zu erzielen.

Berlin-Dahlem, 15. I. 1933. Ulrich Steudel.

LITERATUR.

Besprechungen.

Grundlagen, Entwicklung und Stand der Lieferpreise für elektrische Arbeit. Von Dipl.-Ing. H. Ludewig. Mit 10 Tab. u. 51 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser selbst bezeichnet seine Arbeit als „Beitrag zur Beantwortung der Frage nach der zweckmäßigsten Organisationsform der Versorgungsbetriebe, insbesondere nach der Zweckmäßigkeit ihrer Sozialisierung und Kommunalisierung". Die recht eingehende Untersuchung, größtenteils auf dem Material der Vereinigung der Elektrizitätswerke aufgebaut und bis in die Vorkriegszeit zurückreichend, ist streng auf diese Gesichtspunkte zugeschnitten. Die geringen Vergleichsmöglichkeiten der Grundgebührentarife für Licht und der Leistungstarife für Kraft sowie die Geheimhaltung der Großabnehmerverträge bringen es mit sich, daß man kein vollkommen einwandfreies Bild der von den einzelnen Unternehmungsformen geforderten Strompreise erhält. Immerhin kann man die Vergleichsmöglichkeiten, die sich aus den Durchschnittspreisen ergeben, wie sie Ludewig nach einem wohldurchdachten Verfahren aus der Höhe der einzelnen Kilowattstundentarife errechnet, für ausreichend erachten. Dagegen müssen die in den Zahlentafeln des Abschnitts II enthaltenen Angaben über die Gestehungskosten der elektrischen Arbeit für den ungeschulten Leser ein falsches Bild ergeben, da hier mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1,0 gerechnet und auf diesen Umstand erst nachträglich nebenbei hingewiesen wird, jedoch ohne daß unter Zugrundelegung bestimmter mittlerer Gleichzeitigkeitsfaktoren die tatsächlichen Gestehungskosten angenähert bestimmt werden.

Das interessante Ergebnis der Untersuchung läßt sich dahin zusammenfassen, daß die „gemeinnützigen" kommunalen Werke keinesfalls den Interessen der Abnehmerschaft besser dienen als die privaten und gemischtwirtschaftlichen. Denn obwohl sie unter günstigeren Bedingungen arbeiten als jene (Befreiung von Steuern, Eigenart der Versorgungsgebiete), liefern sie doch den Licht- und Kraftstrom zu nicht unwesentlich höheren Durchschnittspreisen. Diese Spanne hat sich in den letzten Jahren noch vergrößert, in denen von den privaten Werken größere Preisermäßigungen vorgenommen wurden als von den kommunalen, während gleichzeitig die Steuerlasten gestiegen sind. Auch der von den Befürwortern der Kommunalisierung stets angeführte Vorzug der Gemeinnützigkeit entfällt, da ja die privaten Werke Steuern an das Reich und Konzessionsgebühren an die Kommunen abführen müssen.

Der eingangs der Arbeit dargelegte Zweck, die große Masse der Verbraucher über die Einzelheiten der Gestehungskosten und damit über die Notwendigkeit gewisser Mindeststrompreise aufzuklären, dürfte allerdings kaum erreicht werden, da eine derartige Spezialschrift nicht die hierzu erforderliche Verbreitung findet. Dagegen gibt sie Wirtschaftlern und Behörden wertvolles Material an die Hand für Verhandlungen, in denen die Organisationsform von Elektrizitätswerken eine Rolle spielt. Außerdem wird der Elektrizitätswirtschaftler die übersichtliche Zusammenstellung der Verbreitung der verschiedenen Tarifformen und der aus diesen sich ergebenden Strompreise begrüßen. von Livonius.

Auskunftsbuch für die vorschriftsgemäße Unterhaltung und Betriebsführung von Starkstromanlagen. Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar. 2., neubearb. Aufl. Mit VII u. 285 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 9,60 RM, geb. 10,60 RM.

Das Auskunftsbuch liegt nunmehr in 2. Auflage vor und ist den neubeschlossenen Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker angepaßt worden.

Wie bereits in der Besprechung der 1. Auflage zum Ausdruck gebracht wurde[1], will das Buch nicht eine Erläuterung der VDE-Vorschriften, sondern eine Auskunft über alle den Betrieb, die Bedienung und die Wartung elektrischer Anlagen betreffenden gesetzlichen, berufsgenossenschaftlichen und Verbandsvorschriften geben. Neben den vollständig abgedruckten Betriebsvorschriften sind die für den Betrieb wichtigen anderen Vorschriften, Normen und Leitsätze des VDE erwähnt, und, was besonders wertvoll ist, es wird regelmäßig angegeben, wo diese Vorschriften in der Elektrotechnischen Zeitschrift veröffentlicht sind, was das Aufsuchen wesentlich erleichtert. Zu der Forderung der Überwachung elektrischer Anlagen durch behördliche Organe wird Stellung genommen, ebenso zu den privaten Revisionen, und hiermit wird im Zusammenhang auf die Forderung der Änderung älterer Anlagen, soweit sie den neuesten VDE-Vorschriften nicht entsprechen, eingegangen. Hier wird allerdings noch ein Zusatz vermißt, daß eine Änderung verlangt werden muß, wenn Leben und Gesundheit von Personen durch den bestehenden Zustand gefährdet werden. Eingehender behandelt ist die Messung der Erdung. In der Angabe, daß Einzelerder für Stromstärken bis 35 A wirtschaftlich sind, liegt wohl ein Druckfehler; es muß wohl heißen 15 A. Angegeben werden auch Faustformeln, wie z. B. die Berechnung des Erdschlußstromes von Freileitungen, doch trifft die hier angegebene Formel annähernd nur für Netze bis 10 kV zu. Für höhere Spannungen sollte als Divisor 400 angegeben werden und der Zusatz, daß für Kabel etwa der 20fache Erdschlußstrom zu rechnen ist.

Behandelt ist ferner noch der Schutz gegen Schäden der Streuströme (Fremdströme, vagabundierende Ströme), der Kletterabwehrschutz und seine Nachteile, die Schutzmaßnahmen gegen Fäulnis, Käferfraß usw. an Holzmasten, die Kennzeichnung vorschriftsmäßiger Gummiaderleitung, Fehlergrenzen von Zählern, Angaben der Prüfämter, Klassenzeichen der Meßgeräte, der Reihen (Type) der Hochspannungsgeräte, Belastungstafel für Kabel usw. — Jedenfalls bringt das Buch eine Fülle von erläuternden Angaben, die der Betriebsbeamte sich sonst sehr verstreut aus Vorschriftenbüchern, Gesetzbüchern und Unfallverhütungsvorschriften mühsam zusammenstellen muß. Aus diesem Grunde hat schon die 1. Auflage den großen Anklang gefunden und wird auch die 2. Auflage den Betriebsbeamten hochwillkommen sein.

Einige Irrtümer sind aber bei den kommenden Auflagen zu vermeiden, so z. B. daß der Arbeitnehmer bei Verstößen gegen die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften nur bis 6 RM bestraft werden kann. Der Strafrahmen geht seit 1925 bis 1000 RM für Arbeitnehmer und bis 10 000 RM für Arbeitgeber.

Bei der Behandlung der Wiederbelebungsversuche könnte zweckmäßig der Hinweis auf das Herausziehen der Zunge fortgelassen werden, da es dem Laien, unseren Monteuren und Hilfsmonteuren tatsächlich nicht möglich ist, die Zunge des Verunglückten vor Beginn der Wiederbelebungsversuche herauszuziehen, jedenfalls wird hierdurch unnütz Zeit verloren, die verhängnisvoll werden kann. Bei den gemeldeten erfolgreichen Wiederbelebungsversuchen ist die Zunge bisher nicht herausgezogen worden. Nach Ansicht maßgebender Mediziner genügt das Seitwärtsdrehen des Kopfes. Auch der Hinweis, daß

[1] ETZ 1929, S. 70.

Digitized by Google

Lobelin sich bei Starkstromunfällen sehr bewährt hat, trifft nicht zu, denn bisher ist noch kein Fall bekanntgeworden, in dem Lobelin einen Leblosen (wohl aber Bewußtlosen) wiederbelebt hat.

Unrichtig ist ferner, daß Betriebsunternehmer und deren Vertreter aus Anlaß eines Unfalles vom Verunglückten oder dessen Hinterbliebenen haftpflichtig gemacht werden können, wenn sie fahrlässig oder grobfahrlässig den Unfall herbeigeführt haben. Gehört der Verletzte dem eigenen Betrieb an, so scheidet die Haftpflicht des Betriebsunternehmers aus, es sei denn, daß der Unfall „vorsätzlich" (das wäre Mord) herbeigeführt wurde. Das Spezialgesetz, die Reichsversicherungsordnung, § 898 hebt die Haftpflichtparagraphen des allgemeinen Gesetzes, das ist das Bürgerliche Gesetz, für diese Fälle auf. Nur wenn es sich bei dem Geschädigten um einen Betriebsfremden handelt, ist eine Haftpflicht des Betriebsunternehmers gegeben. Berufsgenossenschaften, Krankenkassen usw. können in jedem Falle Regreß gegen den Unternehmer erheben, wenn durch seine Fahrlässigkeit diesen Organen dadurch Lasten entstanden sind.

Fortfallen könnten in dem Auskunftsbuch die Angaben über die geforderten Einrichtungen zum Ablassen des Öls bei Ölschaltern, da die deutschen Firmen vorschriftsmäßig gebaute Schalter liefern, auch nachträgliche Änderungen wohl kaum in Frage kommen. Ebenfalls fortfallen könnten die Lieferbedingungen für Maschinen-Putztücher und -Putzwolle, bei denen die Nennung der Körperschaften, die diese Bedingungen angenommen haben, allein fast 4 Seiten in Anspruch nimmt, desgleichen auch die Dienstanweisung für elektrische Bagger- und Bahnanlagen von Braunkohlentagebauen, da sie nur einen kleinen Kreis interessiert, der sie auch an allen Dienststellen, Baggern, Tagebauen usw. angeschlagen findet. Diese Bemerkungen verringern aber den Wert des Auskunftsbuches in keiner Weise.

K. Alvensleben.

Katechismus für die Ankerwickelei. Von F. Raskop. 4. verm. u. verb. Aufl. mit 86 Abb. und Schaltbildern, VII u. 224 S. in 8°. Verlag M. Krayn, Berlin 1932. Preis geh. 8 RM, geb. 10 RM.

Die 4. Auflage des an dieser Stelle schon öfter besprochenen[1] bekannten Werkstattbuches ist in neubearbeitetem Grundtext erschienen. Abhandlungen über die Umwicklung von Drehstrommotoren sowie ein Abschnitt über Dreiphasen-Träufelwicklungen sind eingefügt worden. Bei der Behandlung des Anlaufs der Einphasen-Wechselstrommotoren wäre eine Erwähnung der Kondensator-Kunstschaltungen am Platze. Einige Irrtümer (z. B. Drehzahlbestimmung S. 114) werden dem aufmerksamen Leser nicht entgehen. Dem Elektromaschinenbauer wie auch dem Studierenden kann das gut ausgestattete und auf die praktischen Erfordernisse mit Geschick und Sachkenntnis zugeschnittene Werk nach wie vor sehr empfohlen werden.

H. Decker, München.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausg. v. W. Wien u. F. Harms unt. Mitarb. v. H. Lenz u. zahlr. Fachgenossen. Bd. 11, 3. Teil: Elektrische Beleuchtung. Von Dr. H. Schering. Schwachstromtechnik. Von Prof. Dr. K. Küpfmüller. Mit 397 Abb., XIII u. 501 S. in gr. 8°. Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig 1931. Preis geh. 44 RM, geb. 46 RM.

Wenn der Teil eines Handbuches der Experimentalphysik, der sich mit der elektrischen Beleuchtung beschäftigt, an dieser Stelle auf engem Raum besprochen werden soll, kann es sich nur um die Frage handeln: Kommt das Werk als Lehr- und Nachschlagebuch für den praktischen Ingenieur, speziell für den Beleuchtungstechniker, in Frage, oder wendet es sich im wesentlichen an den Physiker? Hierauf ist zu antworten, daß das vorliegende, von dem bekannten Mitarbeiter der Zeiß-Ikon-Werke geschriebene Buch dem Lichttechniker warm empfohlen werden kann. Es gibt auf alle theoretischen und praktischen Fragen der Lichttechnik präzise und erschöpfende Antwort und berücksichtigt weitgehend die zahlreichen Fortschritte der letzten Jahre. 47 Tabellen enthalten für den Praktiker überaus wertvolles Material; wer sich mit den Originalarbeiten näher beschäftigen will, findet überall genauen Literaturnachweis.

Im ersten Teil des Werkes werden die physikalischen Grundlagen der Lichtstrahlung — die Grundgrößen der Lichttechnik und ihre Messung, der schwarze Körper, seine Strahlung und deren Beziehung zu den nicht schwarzstrahlenden Körpern sowie die Temperaturbestimmung aus den Strahlungsmessungen behandelt. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den elektrischen Lichtquellen, wobei die verschiedenen Arten der Glühlampe, das Bogenlicht und seine Abarten, endlich die Glimmentladungslampen eingehend beschrieben werden. Der dritte und letzte Teil ist dem Ausbau der Lichtquellen zu Leuchten und deren Wirkung gewidmet. Hierin handelt es sich zunächst um die allgemeine Raumbeleuchtung, die hierfür verwendeten Leuchten mit ihren Reflektoren und Glocken, die Beleuchtungsgüte sowie um die Projektierung von Beleuchtungsanlagen. Weiter werden die Scheinwerfer in Theorie und Praxis eingehend behandelt, die Projektionseinrichtungen beschrieben, und zum Schluß wird in einem Kapitel „Die Ausnutzung der unsichtbaren Strahlung der Lichtquellen" auf die aktinische Wirkung des Lichtes, die photographischen Lichtquellen und auf die Leuchten zur Heilbehandlung eingegangen. — Die Ausstattung des Buches und die Ausführung der zahlreichen Abbildungen sind gut.

W. Voege.

Im zweiten Abschnitt des Buches sind die Grundlagen der Schwachstromtechnik unter Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse in vorbildlicher Weise zusammengestellt und beschrieben. In den Vorbemerkungen wird eine Einteilung gegeben, bei der zwischen Apparatetechnik und Übertragungstechnik unterschieden wird. Die Maße der Schwachstromtechnik, wie Übertragungsmaß, Vierpoldämpfung, Übertragungspegel und Verständlichkeit werden auf acht Seiten behandelt. Das zweite Kapitel ist der Telephonie gewidmet, es umfaßt im ersten Teil die Apparate der Telephonie, wie Mikrophone, Fernhörer, Lautsprecher, Grundgesetze der Schallausbreitung, Drosselspulen, Transformatoren, Fernsprechapparate und Fernsprechämter. Im zweiten Teil dieses Kapitels werden die Übertragungseinrichtungen der Telephonie behandelt. Im Anschluß an eine allgemeine Theorie der Leitungen folgen u. a. die Abschnitte über Freileitungen, Kabel, Einschwingvorgänge, Nebensprechen, Kettenleiter und Siebketten. Das dritte Kapitel umfaßt die Telegraphie, wobei neben den Grundlagen für die Apparate die Theorie der Telegraphie und die Sondergebiete derselben einschließlich Bildtelegraphie und Fernsehen behandelt werden. Im letzten Kapitel sind die wichtigsten Angaben über Fernmessung, Grammophon und Tonfilm enthalten.

Die klare, einfache und doch alles Wichtige umfassende Darstellungsart des Verfassers macht dies Buch sowohl als Lehrbuch als auch als Nachschlagebuch sehr wertvoll.

F. Banneitz.

Lehrbuch der Technischen Mechanik starrer Systeme. Zum Vorlesungsgebrauch und zum Selbststudium. Von Prof. Dr. K. Wolf. Mit 250 Textabb., IX u. 359 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Wien 1931. Preis geb. 19 RM.

Das Wolfsche Lehrbuch behandelt die Statik, Kinetik und Dynamik des Massenpunktes und starrer Systeme in einer Auswahl und Anordnung des Stoffes, wie sie etwa bei den Pflichtvorlesungen über Technische Mechanik an Hochschulen üblich ist. Dem entsprechen auch die Anforderungen, die an die Vorkenntnisse des Lesers gestellt werden. Durch eine Reihe von Literaturhinweisen wird die Möglichkeit gegeben, im Bedarfsfalle leicht den Anschluß an die weitergehende Literatur zu finden. Der Weg hierzu wird auch dadurch geebnet, daß eine Reihe von Begriffen und Verfahren bereits eingeführt und erläutert werden, die dort eine Rolle spielen (z. B. Abbildung räumlicher Vektoren auf die Ebene, Nullsystem, Randwertaufgabe, Einflußlinie, Orthogonalsystem, Lagrangesche Bewegungsgleichungen usw.). Von den Elementen der Vektorrechnung ist Gebrauch gemacht, jedoch werden alle benötigten Begriffe und Regeln bei ihrer ersten Anwendung erklärt.

Das Charakteristische des Buches liegt darin, daß jede Gelegenheit wahrgenommen ist, den unmittelbaren Anschluß an die technische Praxis herzustellen. Dies geschieht einmal dadurch, daß zur Vertiefung des Verständnisses der allgemeinen Erörterungen zahlreiche vollständig durchgeführte Beispiele eingefügt sind, die meist der Praxis des Bau- und Maschineningenieurs entnommen sind. Sodann ist aber auch im Text selbst nie bei der formalen mathematischen Lösung Halt gemacht, sondern Aufgabenstellung und Lösung werden stets gründlich vom technischen Standpunkt aus beleuchtet. Manche Probleme der Baustatik sind in besonderen Kapiteln behandelt, z. B. der Winddruck, Auflagerarten usw. Die graphischen Methoden sind überall reichlich berücksichtigt. Dabei ist das Buch aber auch nicht einseitig auf das Technische eingestellt, sondern enthält zahlreiche Hinweise auf andere Fragen der Physik.

Das Buch wird besonders wertvoll sein für Studierende der Ingenieurfächer. Es wird aber auch dem schon in der

[1] z. B. ETZ 1927, S. 1824.

Digitized by Google

Praxis stehenden Ingenieur und Konstrukteur immer noch als Nachschlagewerk nützen können. Schließlich werden es aber auch jene Mathematikstudierenden gerne gebrauchen, die sich für die Anwendung ihres Faches im Ingenieurwesen interessieren.

Das Buch ist reichlich mit guten, klaren Abbildungen versehen und vorzüglich ausgestattet.

J. W. Geckeler.

Eingegangene Doktordissertationen.

Herbert Langensiepen. Der Einfluß von Braunkohlenstaub auf Kugellager. Bergakademie Freiberg 1931.

Karl Masch, Über Ionisierung und Durchschlag von Gasen. T. H. Aachen 1931.

Hans Theißen, Über den Einfluß der Ferngasversorgung auf den Arbeiter- und Nachbarschutz. T. H. Aachen 1932.

Fritz H. Heinrich, Einfluß der Lage des Probestabes im Stahlgußstück auf die Zerreißwerte. T. H. Aachen 1930. (Erschienen in Stahl u. Eisen Bd. 52, 1932, S. 1017, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.)

Ottomar Kasperowski, Die Strom- und Spannungsoberwellen im schlesischen Reichsbahnnetz. T. H. Breslau 1932.

Eginhard Kehren, Die Anwendung der konformen Abbildung in der Elektrostatik. T. H. Aachen 1932. (Sonderdr. aus Ann. Physik, 5. Folge, Bd. 14, H. 4, 1932, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.)

Georg Kirchberg, Feststellungen von Eigenspannungen in großen Schmiedestücken. T. H. Berlin 1932. (Erschien als selbständige Veröffentl. im VDI-Verlag, Berlin, als Forschungsheft 357.)

Johannes Mayer, Das Beschaffungswesen der Behörden. (Auszug.) T. H. Berlin 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutscher Elektro-Außenhandel 1932 verglichen mit 1929 und 1925. — In der nachstehenden Zusammenstellung über den deutschen Elektroaußenhandel beginnt der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie seine in der ETZ 1932, S. 1240 angekündigte statistische Berichterstattung. Man wird sich darauf einrichten müssen, daß sie sich nicht immer auf die gleichen Gebiete erstrecken kann, da sie sich nach den Veränderungen der Ausfuhrstatistik richten muß. Man wird sich darauf beschränken, typische Zeitabschnitte in vergleichender Darstellung mit textlicher Erläuterung der Daten zu bringen, wobei darüber hinausgehende Erklärungen besonderen Arbeiten des Zentralverbandes für seine Mitglieder vorbehalten bleiben.

Die deutsche Elektroausfuhr in den in Zahlentafel 1 aufgeführten Gruppen betrug im Jahre 1932 351 Mill RM[1]. Sie hat mit diesem Wert, wie die Zahlen zeigen, zum erstenmal sämtliche seit 1925 erreichten Ausfuhrwerte unterschritten und liegt

Deutsche Elektro-Ausfuhr

1913	1925	1929	1932
in Mill RM			
331	366	639	351[1]

45 % unter dem Höchststand von 1929, 4 % unter 1925 und nur noch 6 % über 1913.

Inwieweit die Hauptwarengruppen an dieser Entwicklung teilgenommen haben, zeigt die folgende Zahlentafel ihrer prozentualen Anteile an der Gesamtausfuhr in den Jahren 1925, 1929 und 1932, die für 1925 und 1932 infolge ähnlicher Ausfuhrwerte auch den Bewegungen der absoluten Ausfuhr entspricht.

Pos.	Gegenstand	proz. Ant. a. d. Gesamt-Elektroausfuhr		
		1925	1929	1932
907 a—h	Elektr. Maschinen . . .	14,8	15,3	20,4
912 A3	Tel. u. Tel. ohne Draht . .	8,8	10,8	12,6
912 A1, 2	dto. mit Draht	5,3	6,1	6,0
912 A4	Meß- u. Zählvorrichtungen	8,7	6,9	7,4
912 F2	Schaltapparate, Installationsmaterial u. and. n. b. b. Vorrichtungen . .	21,3	19,6	22,4
890a, 909	Kabel u. isolierte Drähte	15,9	14,7	6,7
911a, b	Glühlampen	7,4	6,0	3,3
	erfaßt . . .	82,2	79,4	78,8

Man sieht die steigende Tendenz der Ausfuhr von elektrischen Maschinen und des drahtlosen Geräts (besonders Rundfunk), man sieht des weiteren das starke Abfallen der Kabel und Drähte und der Glühlampen im Rahmen unseres Exports, während Telephonie und Telegraphie mit Draht, Meßinstrumente und Zähler, Schaltapparate, Installationsmaterial usw. im wesentlichen ihre Stellung behaupten konnten. An dieser Tendenz der relativen Verschiebungen hat das Jahr 1929, der Höchststand unserer Ausfuhr, nichts geändert. Für die tatsächlichen Ausfuhrwerte sind in allen Gruppen gegenüber 1929 erhebliche Rückgänge eingetreten, die sich, je nachdem, wie die Gruppe ihre Stellung im Rahmen der Gesamtausfuhr verändert hat, zwischen 15 % und 70 % bewegen.

Interessant ist es, die ländermäßige Verschiebung des Elektroexports zu verfolgen (s. Zahlentafel 2), insbesondere die innerhalb der Erdteile, aus der die steigende Bedeutung Europas für unseren Absatz klar ersichtlich wird (von 1925 75 % auf 1932 87 % der Gesamtausfuhr). Dieser Steigerung steht zwangsläufig eine Minderung im Überseegeschäft von 25 % auf 13 % gegenüber. Auch hier liegt das Jahr 1929 im Rahmen dieser Entwicklung. Wenn man die 8 Hauptabnehmerländer des Jahres 1932 in Europa zusammenfaßt, so nehmen diese im Jahre 1932 65 % gegen 42 % im Jahre 1925

(*Fortsetzung des Textes S. 168 unten.*)

Zahlentafel 1. Deutsche Elektroausfuhr nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1925 1000 RM	1929 1000 RM	1930 1000 RM	1931 1000 RM	1932 1000 RM	Anteil an der Ges.-Elektroausfuhr 1925 %	1929 %	1932 %	Änderung 1932 geg. 1929 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	48 826	6 975	5 578	4 905	6 030	13,2	1,1	1,7	−13,5
b—g	Elektr. Maschinen		81 879	91 861	73 832	59 622		12,8	17,0	−27,2
h	Anker, Kollektoren u. a. Teile von elektr. Maschinen	5 598	8 897	10 169	9 882	6 032	1,6	1,4	1,7	−32,2
	zusammen Maschinen	*54 424*	*97 751*	*107 608*	*88 619*	*71 684*	*14,8*	*15,3*	*20,4*	*−26,7*
908 a, b	Akkumulatoren	8 477	9 422	8 482	7 760	7 384	2,3	1,5	2,1	−21,6
909	Kabel	36 867	59 587	55 370	41 309	13 248	10,0	9,3	3,8	−77,8
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	21 545	34 551	32 499	21 037	10 402	5,9	5,4	2,9	−69,9
	zusammen Kabel und Draht	*58 412*	*94 138*	*87 869*	*62 346*	*23 650*	*15,9*	*14,7*	*6,7*	*−74,9*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	2 649	4 366	2 710	2 239	1 552	0,7	0,7	0,4	−64,5
911 a, b	Glühlampen	26 818	38 209	35 444	21 867	11 646	7,4	6,0	3,3	−69,5
912 A 1, 2	Telegr. u. Teleph. mit Draht	19 714	38 936	37 087	34 175	20 980	5,3	6,1	6,0	−46,1
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	32 297	68 886	78 204	78 216	44 294	8,8	10,8	12,6	−35,7
A 4	Meß-, Zähl- und Reg.-Vorrichtungen	31 736	43 902	39 721	34 590	26 033	8,7	6,9	7,4	−40,7
912 B, C	Koch- und Heizapparate einschl. Bügeleisen	5 956	12 351	12 933	13 141	8 360	1,6	1,9	2,3	−32,3
912 D	Röntgenröhren	[1] .	3 530	3 820	3 632	3 181	.	0,5	0,9	− 9,9
E	Magnetzündapparate usw. Zubehör für Motorfahrzeuge	[2] .	26 550	23 043	16 354	14 035	.	4,2	4,0	−47,1
F 1	Sicherungs- und Signalapparate, Läutewerke	6 151	10 236	9 953	8 190	6 067	1,7	1,6	1,7	−40,7
F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	77 884	124 993	122 159	109 200	78 347	21,3	19,6	22,4	−37,3
F 3	Elektromedizin	12 742	21 691	19 814	16 710	9 901	3,5	3,4	2,8	−54,4
F 4	Galvanische Elemente	10 452	14 805	13 535	9 425	3 884	2,9	2,3	1,1	−73,8
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	851	844	725	440	319	0,2	0,1	0,1	−62,2
F 7	Isolationsröhren aus Papier in Verbindung mit Metall[3] (Bergmannrohr)	2 509	3 168	2 786	2 430	1 304	0,7	0,5	0,4	−58,8
	Unvollständig angemeldet	—	5	21	26	21	—	0,0	0,0	.
648 a—d	Kohle für die Elektrotechnik	9 092	15 219	15 872	14 360	11 176	2,5	2,4	3,3	−26,6
733 a	Porzellanisolatoren	6 333	8 419	6 053	5 626	2 362	1,7	1,3	0,7	−71,9
ex 906 d 15	Staubsauger[5]	.	.	.	7 849	4 729	.	.	1,3	[4] −39,8
915 b 4	Elektrokarren[5, 6]	.	1 141	1 034	1 038	537	.	0,2	0,1	−52,9
	insgesamt . . .	366 497	638 562	629 473	538 233	351 446	100	100	100	−45,0

[1] In 912 F 3 enthalten. — [2] In 912 F 2 enthalten. — [3] Nur für die Ausfuhr. — [4] Gegen Vorjahr. — [5] Erst seit 1931 gesondert ausgewiesen. — [6] Erst seit 1929 gesondert ausgewiesen.

[1] Ohne Isolierröhren für elektrische Leitungen der Nr. 795 u. 799, die 1932 erstmalig gesondert erfaßt wurden (Ausfuhr 2,04 Mill RM) und mit denen die Gesamtausfuhr 353,5 Mill RM betrug.

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern.

Absatzländer	1925 1000 RM	1929 1000 RM	1930 1000 RM	1931 1000 RM	1932 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr 1925 %	1929 %	1932 %	Änderung 1932 gegen 1929 %
Europa	273 402	492 324	501 877	447 719	305 927	74,6	77,2	87,0	− 37,9
Afrika	5 766	10 808	13 400	11 114	5 948	1,6	1,7	1,7	− 45,0
Asien	36 013	49 882	43 427	31 707	20 128	9,8	7,8	5,7	− 59,6
Nord- u. Mittelamerika	13 412	19 474	16 144	7 850	4 412	3,7	3,0	1,3	− 77,3
Südamerika	36 193	59 081	51 287	37 778	13 763	9,8	9,1	3,9	− 76,7
Australien	1 067	4 757	3 312	2 060	1 267	0,3	0,8	0,4	− 73,4
nicht ermittelt	644	2 236	26	5	1	0,2	0,4	0,0	−100,0
insgesamt	**366 497**	**638 562**	**629 473**	**538 233**	**351 446**	**100**	**100**	**100**	**− 45,0**
Wichtige Länder in Europa[1]									
U.d.S.S.R.	12 908	25 456	35 049	52 791	75 811	3,6	4,0	21,6	+197,8
Niederlande	36 267	67 397	67 653	56 578	36 225	9,9	10,6	10,3	− 46,3
Frankreich	4 093	42 073	50 758	40 846	31 189	1,1	6,6	8,9	− 25,9
Schweiz	12 880	19 835	24 111	24 956	21 205	3,6	3,1	6,0	+ 6,9
Italien	27 005	37 097	36 405	25 602	18 088	7,4	5,8	5,1	− 51,2
Schweden	19 557	31 207	32 732	32 847	17 641	5,3	4,9	5,0	− 43,5
Belgien-Luxemburg	7 814	20 186	32 777	25 268	16 668	2,2	3,1	4,7	− 17,4
Großbritannien	32 642	44 621	48 206	47 077	14 526	8,9	7,0	4,1	− 67,4
Tschechoslowakei	10 977	27 022	22 002	20 101	10 482	2,9	4,2	3,0	− 61,2
Norwegen	13 462	15 048	14 013	12 475	7 781	3,6	2,4	2,2	− 48,3
Österreich	14 433	27 245	21 282	14 860	7 187	3,9	4,3	2,1	− 73,6
Spanien	11 707	15 423	14 572	12 576	7 077	3,3	2,4	2,0	− 54,1
Dänemark	11 154	16 879	19 310	17 202	6 771	3,1	2,6	1,9	− 59,9
Saargebiet	3 767	8 206	9 462	8 836	5 105	1,1	1,3	1,5	− 37,8
Finnland	5 971	11 916	9 859	6 883	5 096	1,6	1,9	1,4	− 57,2
Polen	14 701	21 506	14 964	8 845	3 468	4,1	3,4	0,9	− 83,9
Danzig	5 200	4 222	3 887	2 355	1 242	1,4	0,7	0,4	− 70,6
Griechenland	3 273	4 079	4 214	6 027	3 871	0,9	0,6	1,1	− 5,1
Rumänien	3 884	14 697	8 908	5 570	3 621	1,0	2,3	1,1	− 75,4
Jugoslawien	8 253	6 784	6 705	7 598	2 416	2,2	1,1	0,7	− 64,4
Irischer Freistaat	640	8 243	5 442	2 270	1 936	0,2	1,3	0,6	− 76,5
Portugal	2 218	3 494	3 541	2 714	1 779	0,6	0,5	0,5	− 49,1
Ungarn	3 383	9 083	5 764	4 500	1 707	0,9	1,4	0,5	− 81,2
Litauen	1 184	2 281	2 364	2 137	1 528	0,3	0,4	0,4	− 33,0
Bulgarien	1 501	2 553	1 482	1 600	1 383	0,4	0,4	0,4	− 45,8
Lettland	3 575	3 750	4 548	3 008	1 184	0,9	0,6	0,3	− 68,4
Estland	801	1 740	1 592	1 899	742	0,2	0,3	0,2	− 57,4
sonstige	152	281	275	298	198	0,0	0,0	0,1	− 29,5
zusammen **Europa**	**273 402**	**492 324**	**501 877**	**447 719**	**305 927**	**74,6**	**77,2**	**87,0**	**− 37,9**
Wichtige Länder in Übersee[1]									
Argentinien	16 760	31 887	27 814	22 620	8 176	4,5	4,9	2,3	− 74,4
China	5 941	8 364	10 600	7 193	4 451	1,6	1,3	1,3	− 46,8
Brit.-Indien	3 471	6 897	6 287	6 297	4 168	0,9	1,1	1,2	− 39,6
Japan	17 146	12 738	7 996	5 301	3 662	4,7	2,0	1,0	− 71,3
Niederl.-Indien	4 814	14 664	11 357	6 105	3 263	1,4	2,3	0,9	− 77,7
V. S. Amerika	8 326	12 021	9 236	4 516	2 412	2,3	1,9	0,7	− 79,9
Türkei	2 783	3 798	3 545	3 932	2 333	0,7	0,6	0,7	− 38,6
Ägypten	2 355	2 747	3 766	2 049	2 199	0,6	0,4	0,6	− 19,9
Brit.-Südafrika	2 780	5 280	5 658	4 617	2 097	0,8	0,8	0,6	− 60,3
Uruguay	2 552	2 740	4 419	4 652	2 056	0,7	0,4	0,6	− 25,0
Brasilien	8 339	11 897	6 452	2 486	1 402	2,3	1,9	0,4	− 88,2
Austral. Bund	858	4 156	2 769	1 550	1 167	0,2	0,7	0,3	− 71,9
Mexiko	3 188	2 552	3 382	1 246	841	0,9	0,4	0,2	− 67,0
Franz.-Marokko	1	302	1 258	698	610	0,0	0,1	0,2	+102,0
Venezuela	359	819	1 097	1 295	605	0,1	0,1	0,2	− 26,1
Siam	238	974	947	846	602	0,1	0,1	0,2	− 38,2
Chile	4 694	6 652	8 232	5 021	539	1,2	1,0	0,2	− 92,0
sonstige	8 490	17 750	12 781	10 090	4 936	2,4	2,8	1,4	− 72,2
zusammen **Übersee**	**93 095**	**146 238**	**127 596**	**90 514**	**45 519**	**25,4**	**22,8**	**13,0**	**− 68,9**

[1] Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1932.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer*	1925 1000 RM	1929 1000 RM	1930 1000 RM	1931 1000 RM	1932 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr 1925 %	1929 %	1932 %	Änderung 1932 gegen 1929 %
Niederlande	2 469	15 509	10 710	8 211	5 545	11,0	28,9	21,8	− 64,2
V. S. Amerika	5 294	9 220	7 772	5 163	2 676	23,6	17,1	10,5	− 71,0
Schweiz	1 593	4 983	4 724	4 430	2 523	7,1	9,3	9,9	− 49,4
Österreich	2 776	4 677	3 656	2 895	2 262	12,4	8,7	8,9	− 51,6
Ungarn	990	2 699	3 409	3 410	2 623	4,4	5,0	10,3	− 2,8
Tschechoslowakei	382	1 518	1 786	1 983	1 835	1,7	2,8	7,2	+ 20,9
Großbritannien	1 110	3 206	2 998	2 525	1 223	5,0	6,0	4,8	− 61,9
Saargebiet	3 335	3 356	2 378	1 603	1 190	14,9	6,3	4,7	− 64,5
Frankreich	341	1 559	1 895	2 227	1 178	1,5	2,9	4,6	− 24,4
Belgien-Luxemburg	1 961	1 524	1 880	1 101	868	8,8	2,8	3,4	− 43,1
Schweden	333	1 266	1 096	1 387	798	1,5	2,4	3,2	− 37,0
Italien	448	1 096	918	936	603	2,0	2,0	2,4	− 45,0
Dänemark	260	603	571	1 049	560	1,2	1,1	2,2	− 7,1
sonstige	1 117	2 465	2 558	2 379	1 554	4,9	4,7	6,1	− 36,9
Gesamt-Einfuhr	**22 409**	**53 681**	**46 351**	**39 299**	**25 438**	**100**	**100**	**100**	**− 52,6**

* Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1932.

auf. Hauptträger dieser Entwicklung ist Rußland, das in den letzten Jahren auch die Bedeutung wichtiger Warengruppen (Großmaschinenbau und Apparate) stark beeinflußt hat. Neben dieser außer dem Rahmen liegenden Steigerung nach Rußland sind von den Hauptländern am wenigsten von der Krise betroffen Frankreich, Schweiz, Belgien. Träger des wirklich schweren Verlustes in Europa sind, gemessen an ihrer Bedeutung, an erster Stelle England, Niederlande, Schweden, Italien.

Wie schon oben gesagt, liegt der Hauptrückgang in Übersee mit fast 70 %. Nach Brasilien und Chile sind sogar Ausfuhrminderungen von 88 % und 92 % eingetreten.

Was die Einfuhr anbetrifft (s. Zahlentafel 3), so ist diese in sämtlichen Warengruppen stark zurückgegangen, im Durchschnitt über 50%, wobei die Hauptminderung bei den V. S. Amerika, in den Niederlanden, Großbritannien und dem Saargebiet liegt. PV/J.

Abschluß des Heftes: 10. Februar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 13 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Glasgleichrichter mit und ohne Steuergitter 3000 V, 200 A.

Mitteilung der AEG.

Die Betriebserfahrungen mit den von der AEG vor mehreren Jahren für Bahnzwecke gelieferten Glasgleichrichtern für Betriebsspannungen von 1650 V (Bayerische Zugspitzbahn 9 Gestelle je 200 A, 1650 V, Herforder Kleinbahn 4 Gestelle je 150 A, 1650 V) waren so günstig, daß die Durchführung von Versuchen mit Glasgleichrichtern für noch höhere Spannungen Erfolg verhieß. Bei zufriedenstellenden Betriebsergebnissen wäre die Möglichkeit gegeben, die erheblichen wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile der Glasgleichrichter, auch in Anlagen höherer Spannungen zu verwerten.

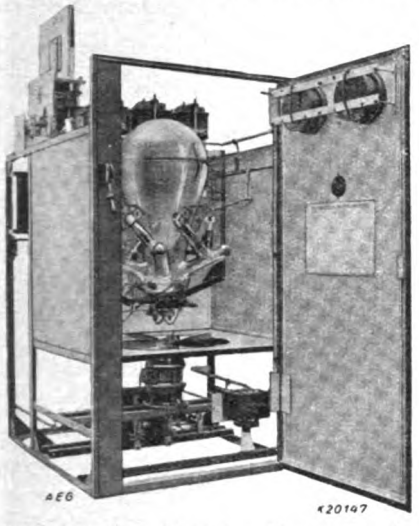


Abb. 1. Vorderansicht bei geöffneter Tür des Gleichrichters.

Die mit einem AEG-Glasgleichrichter für 200 A und 3000 V Gleichstrom-Nennspannung durchgeführten Versuche waren so günstig, daß dieser im Unterwerk einer Bahnanlage aufgestellt und in Betrieb genommen worden ist. Vor Lieferung dieses Gleichrichters wurde noch eine Reihe von Spannungs-Regulierversuchen vorgenommen.

Hierzu wurde ein Glaskörper mit Steuergittern eingebaut und durch eine Steuergitterapparatur mit Drehtransformator die Spannung von Null bis zum Nennwert einwandfrei reguliert. Es können daher Glasgleichrichter auch für 3000 V 200 A und darüber durch Aneinanderreihen mehrerer Gestelle mit Gitterreglung geliefert werden.

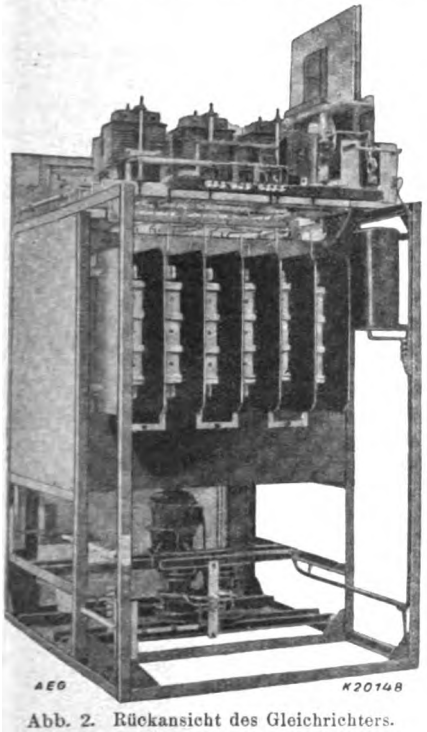


Abb. 2. Rückansicht des Gleichrichters.

Der Aufbau des Gleichrichters ist aus den Abbildungen 1 und 2 zu ersehen. Die Abmessungen betragen: Breite 1200, Tiefe 1600, Höhe 2100 mm.

Der Aufbau entspricht der Normalausführung des Gleichrichters. Abweichungen waren naturgemäß durch die hohe Gleichspannung bedingt.

Die Einschaltung des Gleichrichters erfolgt gemeinsam mit dem Hochspannungstransformator auf der Drehstrom-Hochspannungseite vom Ölschalter aus. Von der Transformator-Sekundärseite führen Kabel zu den Drehstrom-Hochspannungsicherungen-Anodensicherungen im Gleichrichter — und von da mittels kurzer Verbindungen über Drosselspulen zu den Anoden des Glaskörpers. Der Glaskörper ist mit dem Rahmen, in dem er gelagert ist, herausfahrbar. Von der Kathode des Glaskörpers wird der Pluspol über einen Gearapid-Schnellschalter 3000 V, 200 A Nennstrom, der von der Vorderseite des Gestelles mittels Handgriff betätigt werden kann, zur Fahrleitung geführt. Der Gearapidschalter*) öffnet bei Kurzschlüssen in der überaus kurzen Zeit von etwa 1/1000 s nach Eintreten des Kurzschlusses und begrenzt dadurch Höhe und Dauer des Kurzschlußstromes so wirksam, daß Rückzündungen und Durchgehen von Anoden-Sicherungen selbst bei kurzaufeinanderfolgenden Kurzschlüssen sogar in der Nähe des Gleichrichters vermieden werden. Zum Schutze gegen Überlastungen ist ein Bimetallwärmeauslöser**) im Gleichstromkreis vorgesehen, dessen Charakteristik der Überlastbarkeit des Glaskörpers weitgehend angepaßt ist. Beim Ansprechen schaltet er den Schnellschalter über einen Arbeitstromauslöser ab.

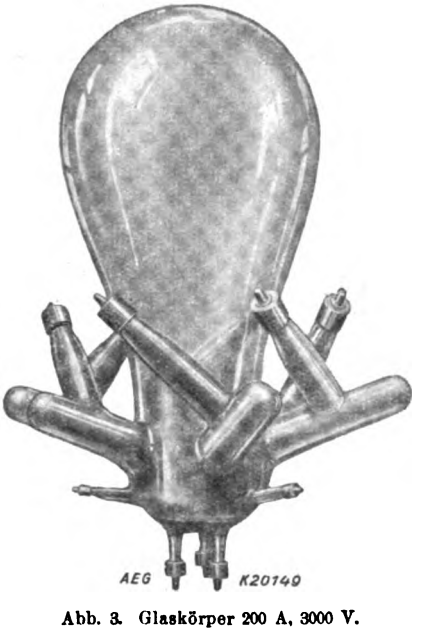


Abb. 3. Glaskörper 200 A, 3000 V.

Der Minuspol (Transformator-Nullpunkt) ist mit den Fahrschienen verbunden, also geerdet. Für die Strom- und Spannungsmessung auf der Gleichstromseite sind Instrumente in Isoliergehäusen eingebaut. Die Hilfskreise des Gleichrichters — Erregung, Zündung und Ventilator — sind für den Anschluß an ein besonderes Drehstrom-Niederspannungsnetz 220 V vorgesehen. Die Erregung und Zündung ist im übrigen normal ausgeführt, jedoch für eine Spannung von 3000 V isoliert. Die Ventilatorwicklung wird über ein Schütz geführt, das die Einschaltung der Kühlung erst bei einer Belastung von 60 A gestattet. Hierdurch wird die bei geringer Belastung entbehrliche Kühlung vermieden. Damit aber das Schütz nicht bei jedem Belastungstoß anspricht, ist eine Zeitverzögerung vorgesehen, die auf 15 s eingestellt ist.

Der Wirkungsgrad des Glasgleichrichters beträgt einschließlich aller Hilfs- und Nebenapparate im Gleichrichter von Vollast bis herunter zu ganz geringer Last etwa 99 %.

Der Glaskörper ist für diese hohe Betriebspannung gemäß Abb. 3 ausgebildet.

Mit der beschriebenen Ausführung ist nicht nur ein Gleichrichter von bisher mit dem Glastyp noch nicht erreichter Spannung, sondern auch mit der größten bisherigen Leistung von 600 kW dauernd dem Betrieb übergeben worden.

*) s. AEG-Mitteilungen April 1932, S. 147. „Schnellschalter Form Gearapid 1000 A, 1500 V."

**) s. AEG-Mitteilungen September 1932, S. 302: „Neue Anwendungsgebiete für Bimetallauslöser."

Digitized by Google

Größeres deutsches Unternehmen sucht für sein Röhrenlaboratorium zum 1. April

jüngeren Physiker

der Erfahrung auf dem Gebiet der Glühkathoden und insbesondere der modernen Oxydkathoden besitzt. Bevorzugt werden Herren, die bereits in einem Entwicklungslaboratorium der Radioröhrenindustrie tätig waren. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3141** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Mikanit-Fabrikation

Bekannte Fabrik für Isolier-Materialien in Norddeutschland sucht selbständigen

Betriebsleiter oder **Ingenieur**

der in der Lage ist, die Fabrikation von Mikanitplatten nach maschinellem Arbeitsverfahren durchzuführen und spezielle Erfahrungen in der Herstellung von Heizmikanit besitzt.

Angebote mit Werdegang und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3132** an die Anzeigen-Abtlg. der ETZ, Berlin W 9.

Waggonfabrik

sucht zum baldigen Eintritt einen zuverlässigen, geprüften **Schweiß-Ingenieur**, welcher auch auf dem Gebiete der Statik und des Waggonbaus praktische Erfahrungen besitzt. Din 4100 – Besonderer Wert wird auf diejenigen gründlichen Kenntnisse und Erfahrungen in der Schweißtechnik gelegt, welche notwendig sind für die verschiedensten einwandfreien Schweißungen von Feinblechen.

Angebote mit Lebenslauf, Gehaltsansprüchen, Zeugnissen, Lichtbild und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten unter **E. 3138** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Accumulatorenfabrik Berga

in Rastatt

beabsichtigt, ihre

Vertretungen

in Nord-, Mittel- und Westdeutschland umzugruppieren. Die Fabrik stellt transportable und stationäre Batterien her. Sie ist Lieferantin für Reichs- und Landesbehörden, Städte, Elektrizitätswerke, Industriewerke, Autofabriken und Wiederverkäufer für Starter- und Radiobatterien.

Gesucht werden

Elektro-Ingenieure

mit Verkaufserfahrung und guten Beziehungen. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lichtbild, handgeschriebenem Lebenslauf, auch Darlegung der finanziellen Verhältnisse sind zu richten an: [3147]

„Rheinelektra", Mannheim.

Diplom-Ingenieur

von einer neu errichteten aber gut eingeführt. westfäl. Elektr. Firma zum baldigen Eintritt als **Werbe-Ingenieur** gesucht. Jung. Elektroingenieur bietet sich bei anfängl. geringem Einkommen Gelegenheit zu einer entwicklungsfähigen Stellung.

Kurzgefaßter Lebenslauf mit Lichtbild erbet. unter **E. 3145** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Radio-Kondensatorenfabrik sucht

Elektro-Chemiker

Offerte mit ausführl. Lebenslauf unt. **E. 3140** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Tüchtiger lediger

Vorarbeiter

für eine Isolierstoff-Presserei zum sofortig. Antritt gesucht.

Branchekundigen Bewerbern, die auch Matrizenschlosser sein müssen, bietet sich eine entwicklungsfähige Stellung. Lückenlose Angebote unt. **E. 3143** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Patentanwalt
Dr. E. Geisel
Berlin W 9, 6, Potsdamer Platz 1

Ia Verkäufer

für Niederspannungs-Installationsmaterial

mit guten Fachkenntnissen, bestens eingeführt, Ia Referenzen, per sofort oder später gesucht.

Bewerbung mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften unter **WA 33 / E. 3134** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9 erbeten.

Elektroingenieur

seit ca. 10 Jahren erfolgreich akquisitatorisch tätig, mit guten techn. Kenntn., sucht

Vertretung

leistungsf. Fabriken f. elektr. Masch. aller Art, Apparate, Kabel u. Leitungen usw. Suchender ist bei den Abnehmern eines größer. Gebietes (Sitz Dresden) best. eingef. Angeb. unter **E. 3128** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Bei meinen vorzügl. Beziehungen in Westfalen suche ich Vertretungen von nachsteh. Artikeln:

Technisches Porzellan
Hartpapier u. Isoliermaterial
Kupfer- u. Messing-Stangen u. -Bleche

Angeb. unt. **E. 3129** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Ing.-Spezial-Firma günstig zu verkaufen. Mk. 1000.— erf. Postlagerkarte 126, Hannover. [3137]

Technische Prüfungen

legen Sie ab, wenn Sie unsere Selbstunterrichts-Methode benutzen. Vorbereitung neben dem Beruf. Kostenlosen Prospekt erhalten Sie vom **Rustinschen Lehrinstitut, Potsdam-Td. 57.**

Spezial-Federn
aus
Beryllium-Bronze-
Legierungen.

Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.

Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld.

Zu mieten gesucht

2 elektrische Abraumlokomotiven

900 mm Spur für 1200 Volt Gleichstrom

Größte Außenmaße:
2,22 m breit, 2,50 m hoch, 12,1 m lang, mit möglichst hohem Dienstgewicht, (bis 65 t) und möglichst hoher Zugkraft (bis 14 t), Pufferhöhe 650 mm über SO, für Oberleitungsbetrieb mit mittl. und seitl. Walzenstromabnehmern, für Fahrdrahthöhe von 2500–5120 mm.

Angebote **passender oder ähnlicher Lokomotiven** mit Unterlagen über Stärke und Abmessungen, Miete, Bedingungen usw. schnellstens erbeten an **Ala, Haasenstein & Vogler, Köln** unter **ST 817.** [3130]

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 23. Februar 1933** **Heft 8**

Messung von Koronaverlusten an einer Drehstromleitung.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Hannover.)

Von K. Potthoff, Hannover.

Übersicht. Mit einer Brückenmethode werden an einer kurzen Drehstromleitung bei Spannungen bis 135 kV zwischen den Leitern an 50 mm²-Aluminiumseilen die Koronaverluste gemessen und mit den an der Anordnung Seil in Reuse gemessenen Verlusten verglichen.

Aus unseren derzeitigen Kenntnissen über Koronaverluste folgt, daß in dem Bereich wirtschaftlich tragbarer Verluste ihre Höhe durch schwer kontrollierbare Faktoren, wie Oberflächenbeschaffenheit und atmosphärische Einflüsse, stark beeinflußt wird. Ihre Vorausbestimmung kann experimentell einfach z. B. mit Hilfe der Scheringschen Brücke erfolgen, indem das zu untersuchende Seil in einem Zylinder zentrisch angeordnet und das Ganze als mit Verlusten behafteter Kondensator untersucht wird. Es war nun der Beweis zu erbringen, daß in dem Spannungsbereich, in dem die Korona einsetzt, die Umrechnung der in der Reuse gemessenen Verluste auf die Verluste, die bei einer Drehstromleitung zu erwarten sind, mit der direkten Messung bei Drehstrom übereinstimmende Ergebnisse liefert. Weiterhin war der Einfluß des Leiter- und Bodenabstandes einer Drehstromleitung auf die Höhe der Verluste zu bestimmen und mit der Rechnung zu vergleichen.

Die Drehstrom-Versuchsleitung.

Die Versuchsleitung war 44,25 m lang und mittels Telegraphen-Flaschenzügen an Böcken aufgehängt, so daß das Mastbild in kürzester Zeit geändert werden konnte. Die Leiterabstände waren zwischen 2 und 3 m, die Bodenabstände zwischen 3 und 7 m veränderbar. Die Bodenabstände durften nicht größer gewählt werden, da sonst der Einfluß der Leitungsenden auf die Feldausbildung längs der Leiter zu groß geworden wäre. Das Verhältnis von Boden- zu Leiterabstand entsprach somit dem Verhältnis, das man bei 220 kV-Leitungen antrifft. Als Leitungsmaterial wurden 50 mm²-Aluminiumseile verwendet. Seile größeren Querschnitts wurden nicht untersucht, da sie in dem verfügbaren Spannungsbereich bis 135 kV und bei den durch die Jahreszeit gegebenen niederen Temperaturen keine nennenswerten Verluste gezeigt hätten. Zwischen Fertigstellung der Versuchsleitung und Durchführung der Hauptversuche lag ein Jahr, so daß die Aluminiumseile als genügend gealtert angesehen werden konnten.

Meßmethode und Meßapparate.

Als Meßmethode stand die früher beschriebene M-Schaltung[1] zur Verfügung, eine Brückenmethode, in der der Ladestrom der Freileitung durch drei Hochspannungs-Gegeninduktivitäten (abgekürzt HGI) erfaßt wird. Die Schaltung[2] und der Aufbau[2] der HGI seien als bekannt vorausgesetzt.

Die Freileitung wurde durch drei Einphasentransformatoren 5 kVA, 220/75 000 V gespeist. Sie waren primärseitig in Dreieck, sekundärseitig in Stern geschaltet, um die dritten Harmonischen in der Spannungskurve der Hochspannung zu unterdrücken. Auf den Hochspannungs-Durchführungen waren jeweils die HGI aufgesetzt. Von ihnen floß der Strom durch in Metallschläuchen verlegte isolierte Leitungen zur Freileitung. Die Schläuche lagen direkt am Transformator, so daß ihr Ladestrom durch die HGI nicht mit erfaßt wurde. Als Vergleichskondensatoren dienten drei Minosbatterien nach Schering. Ein 30 cm tief im Boden verlegtes Kupferpanzerstahl-Seil mit 50 mm² Querschnitt diente als Erde.

Hilfsmessungen.

Bei den Messungen wurden die gesamten Verluste auf den Leitungen, also die Summe aus den Koronaverlusten und Isolatorenverlusten gemessen. Um daraus die eigentlichen Koronaverluste zu erhalten, mußten in Vorversuchen die Isolatorenverluste, im wesentlichen Kriechstromverluste, getrennt bestimmt werden. Zu dem Zweck wurden an Isolatorenketten der verschiedenen verwendeten Typen die Verluste als Funktion der Spannung in der Scheringschen Brücke gemessen (Beispiele in Abb. 1). In den Hauptmessungen wurden dann die Isolatorenverluste vor Einsetzen der Korona gemessen und unter Beachtung des Kurvencharakters der Kurven in Abb. 1 für höhere Spannungen extrapoliert.

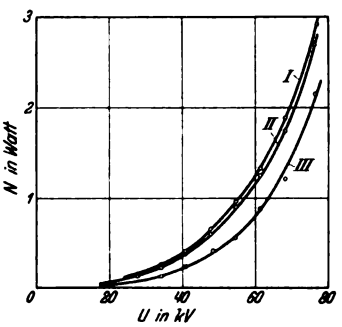


Abb. 1. Verluste an fünfgliedrigen Isolatorenketten.

Die Spannungsmessung erfolgte durch Messung der Unterspannung der Transformatoren und Messung des Übersetzungsverhältnisses mit kapazitivem Spannungsteiler in einer Brückenschaltung[3]. Über den gleichen Spannungsteiler wurde auch die Kurvenform der Hochspannung oszillographiert[3]. Sie erwies sich als praktisch sinusförmig und änderte sich über den untersuchten Spannungsbereich hinweg nicht nachweisbar.

Ausführung der Versuche.

Die Aufnahme der in Zahlentafel 1 näher bezeichneten Versuchsreihen wurde auf drei Arbeitstage zu-

Zahlentafel 1.

Lfd. Nr.	Stromart	Meßmethode	Leiteranordnung wie Abb.	Phasenfolge	a cm	h cm	Temperatur ϑ °C	Luftdruck b mmHg	relative Luftfeuchtigkeit %
I	Drehstrom	M-Schalt.	5	*UVW*	300	500	2,5	764,5	71
II	„	„	5	„	300	300	4,4	762,0	66
III	„	„	5	„	300	400	3,6	761,0	68
IV	„	„	5	„	300	400	6,6	761,5	69
V	„	„	5	„	250	400	9,2	760,5	66
VI	„	„	5	„	200	400	8,1	760,2	69
VII	„	„	5	*WVU*	200	400	6,0	760,2	70
VIII	„	„	7	*UVW*	300	400	6,1	763,5	86
IX	Einph.-strom	Scherg.-brücke	6		R=50		7,8	763,5	86

[1] Potthoff, ETZ 1931, S. 474; s. a. Dissertation T. H. Hannover 1930.

[2] Abb. 2 bzw. Abb. 8 auf S. 474 bzw. 476 der ETZ 1931.

[3] Schering u. Burmester, Z. Instrumentenkde. Bd. 44, S. 97 (1924).

Digitized by Google

sammengedrängt, um möglichst konstante atmosphärische Bedingungen vor allem bei den Meßreihen zu erhalten, die miteinander verglichen werden sollten. Da die Leitung vor Beginn der Hauptversuche tagelang mit starker Korona betrieben worden war, waren die Seile soweit eingebrannt, daß das Einbrennen der Seile vor jedem Versuch auf wenige Minuten beschränkt werden konnte. Nach Einstellen einer neuen Spannung erreichten die Verluste sofort einen konstanten reproduzierbaren Wert, so daß die Meßreihen beliebig bei steigender oder fallender Spannung aufgenommen werden konnten.

Rechnerische Untersuchung der Freileitung.

Ehe die Versuchsergebnisse besprochen werden, sollen einige rechnerisch vorausbestimmte elektrische Daten der Versuchsleitung angegeben werden. Es sind dies vor allem die Feldstärken an den einzelnen Leitern und die Betriebskapazitäten. Zur Vereinfachung der Rechnung wurden dabei folgende Annahmen gemacht, die praktisch genügend genau erfüllt sind:

Die Leiter seien als genau zylindrisch mit einem Durchmesser gleich dem größten Durchmesser der verwendeten Seile angenommen.

Der Erdboden sei als unendlich gut leitend vorausgesetzt.

Die Drehstromspannung sei genau symmetrisch nach Betrag und Phase.

Der Sternpunkt des Drehstromsystemes sei geerdet.

Für die verschiedenen untersuchten Leiteranordnungen sind die Ergebnisse der Rechnungen in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

konnte diese Vertauschung der Phasenfolge keinen Einfluß haben. Die mittlere Temperatur während der Aufnahme der beiden Meßreihen unterschied sich um 2,1 °. Wurde dies berücksichtigt und Kurve VII um den der Änderung der absoluten Temperatur entsprechenden Prozentsatz der Anfangspannung verschoben, so kamen beide Kurven z. T. zur vollkommenen Deckung. Zwischen der Aufnahme der Reihen III und IV lagen 8 Tage, während deren die Leitung nicht unter Spannung stand. Die Kurven sind wieder auf gleiche relative Luftdichte reduziert. Die sich so ergebenden und dargestellten Kurven sind um rd. 0,4 % der Anfangspannung verschoben, was z. B. einer Fehlbestimmung der mittleren Temperatur von ungefähr 1 ° entspricht.

b) Einfluß des Leiterabstandes bei konstantem Bodenabstand. — Nach Reduktion der Versuchsergebnisse der Reihen V und VII auf die relative Luftdichte der Reihe IV ergab sich der Kurvenverlauf Abb. 3. Die Übereinstimmung mit der Theorie ist gut. Vergleicht man die Verschiebung der Kurven in der Spannungsrichtung, so findet man in Prozent der Anfangsfeldstärke bzw. Anfangspannung eine

Verschiebung der Kurven bei a gleich	3 gegen 2 m	3 gegen 2,5 m	2,5 gegen 2 m
nach Rechnung	5,5 %	2,3 %	3,2 %
nach Messung	5,8 %	2,4 %	3,5 %

In der Rechnung wurde der Mittelwert der Feldstärken an den verschiedenen Leitern angesetzt.

c) Verteilung der Verluste auf die drei speisenden Zweige des Drehstromsystems. — Treten an einer Drehstromleitung Koronaverluste nur

Zahlentafel 2.

Mastbild	a	h	r	$\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{E}_3$	$\mathfrak{E}_2$	$C_{10} = C_{30}$	C_{20}	$C_{12} = C_{23}$	C_{13}	K_1	K_2	K_3
	cm			kV/cm		10^{-9} F/km				10^{-9} F/km		
Leiter in Ebene wie Abb. 5	300	500	0,45	0,330	0,348	5,840	5,312	1,129	0,458	8,220 + j 0,581	8,699	8,220 — j 0,581
	„	400	„	0,332	0,349	6,200	5,683	1,009	0,377	8,278 + j 0,548	8,710	8,278 — j 0,548
	„	300	„	0,336	0,350	6,715	6,212	0,846	0,257	8,370 + j 0,510	8,750	8,370 — j 0,510
Leiter in Ebene wie Abb. 2	300	400	0,45	0,332	0,349	6,200	5,683	1,009	0,377	8,278 + j 0,548	8,710	8,278 — j 0,548
	250	„	„	0,340	0,359	6,020	5,472	1,162	0,461	8,455 + j 0,607	8,958	8,455 — j 0,607
	200	„	„	0,349	0,372	5,845	5,220	1,357	0,540	8,691 + j 0,708	9,291	8,691 — j 0,708
in Dreieck wie Abb. 7	300	400	0,45	0,349	0,336	5,744	5,133	1,088	0,900	8,726 + j 0,163	8,397	8,726 — j 0,163
dgl. ohne Erde	300	∞	0,45	0,342 × U	0,342 × U					8,54	8,54	8,54

Versuchsergebnisse.

a) Reproduzierbarkeit von Messungen. — Die ausgezeichnete Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse kann an den Meßreihen VI und VII sowie III und IV gezeigt werden (Zahlentafel 1 und Abb. 2). Die Reihen VI und VII wurden nacheinander mit vertauschter Phasenfolge aufgenommen, um (siehe unten) die Aufteilung der Verluste auf die verschiedenen speisenden Zweige vornehmen zu können. Auf die Höhe der gesamten Verluste

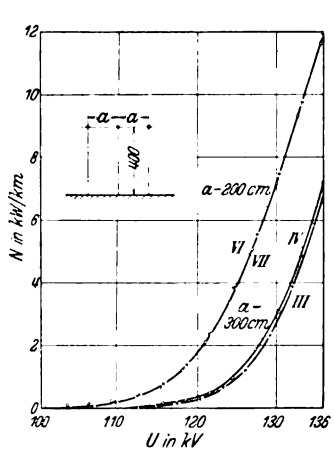


Abb. 2. Reproduzierbarkeit von Koronaverlustmessungen.

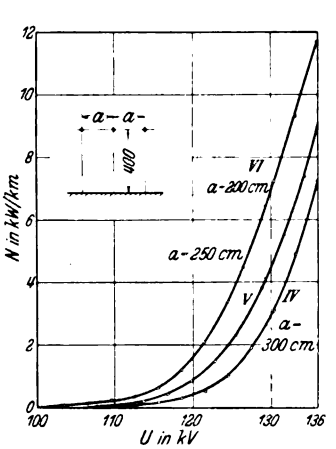


Abb. 3. Einfluß des Leiterabstandes bei konstantem Bodenabstand.

an einem Leiter auf, so werden sie in allen drei Zweigen gemessen. Die Summe der drei Leistungen ist gleich der in der Umgebung des einen Leiters tatsächlich auftretenden Verlustleistung. Die größte Leistung wird dabei in dem Zweig gemessen, in dem der glimmende Leiter liegt. Daraus folgt, daß eine Trennung der an den einzelnen Leitern auftretenden Verluste nicht möglich ist. Möglich ist nur die Bestimmung der Verluste, die die einzelnen Drehstromzweige decken müssen. Für eine experimentelle Untersuchung interessiert diese Trennung, im praktischen Betrieb einer Hochspannungsleitung wird sie bedeutungslos sein, da die Leitungen zumeist verdrillt sind. Die in den einzelnen Drehstromzweigen zu deckenden Verluste werden nicht direkt gemessen, da sich scheinbare Verluste verschiedenen Vorzeichens überlagern, die durch Ungleichheiten in den Dreieckskapazitäten bedingt werden[4]. Man mißt z. B. in Zweig U bei den beiden Phasenfolgen UVW bzw. WVU bei kleinem tg δ eine Leistung

$$N = U_1^2 \left(\omega C_{10} \operatorname{tg} \delta_{10} + \frac{3}{2} (\omega C_{12} \operatorname{tg} \delta_{12} + \omega C_{31} \operatorname{tg} \delta_{31})\right) \mp U_1^2 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} (\omega C_{12} - \omega C_{31})\right].$$

Die zweite Klammer kann also eliminiert werden durch Wiederholung einer Messung bei vertauschter Phasenfolge und Bilden des Mittelwertes, da die verschiedenen Vorzeichen der zweiten Klammer zu den verschiedenen Phasenfolgen gehören. Wird die Änderung der Phasenfolge dabei durch Vertauschen zweier Anschlüsse des speisenden Netzes erreicht, so ist eine genügende Symmetrie des Netzes unbedingt erforderlich.

[4] Vgl. S. 17 der Dissertation des Verfassers, T. H. Hannover 1930.

Digitized by Google

Eine solche Trennung wurde in den Meßreihen VI und VII durchgeführt. Abb. 4 zeigt die Aufteilung der Verluste. Wären nur Sternkapazitäten vorhanden, so müßten die Kurven in der Spannungsrichtung um einen Betrag verschoben sein, der dem Unterschied in den gerechneten Anfangsfeldstärken entspricht (6,4 %). Da Dreieckskapazitäten merklicher Größe auch da sind, werden die Kurven in Ordinatenrichtung genähert, da ein Teil der Verluste am mittleren Leiter in den beiden anderen Zweigen des Drehstromsystemes gemessen wird. Damit wird die Verschiebung der Kurven in Richtung der Spannung kleiner. Gemessen wurden 5 %. Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Messung zeigt auch der vor Einsetzen der Korona meßbare Fehlwinkel ξ in den Zweigen U und W, der durch die Ungleichheiten in den Dreieckskapazitäten bedingt ist. Er ist nach Rechnung für Reihe VI und VII:

$$\operatorname{tg}\xi = 0{,}081,$$

nach Messung:

$$\operatorname{tg}\xi' = 0{,}078;$$

dabei sind Korrekturen angebracht, die durch Verluste und Kapazität der Isolatoren bedingt sind.

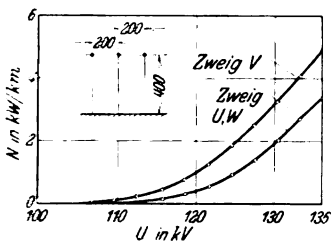


Abb. 4. Verteilung der Verluste auf die drei speisenden Zweige des Drehstromsystems.

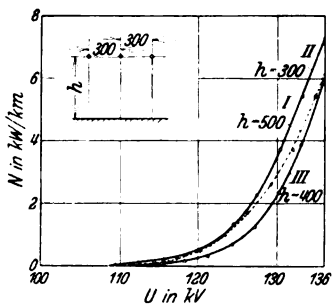


Abb. 5. Einfluß des Bodenabstandes bei konstantem Leiterabstand.

d) Einfluß des Bodenabstandes bei konstantem Leiterabstand. — Der Einfluß des Bodenabstandes ist gering. Er wird um so größer, je größer das Verhältnis Leiter- zu Bodenabstand wird. Er wurde bei den Bodenabständen 3, 4 und 5 m und einem konstantem Leiterabstand $a = 3$ m untersucht (Abb. 5). Die Meßreihe I ($h = 5$ m) läßt sich für einen Vergleich leider nicht heranziehen, da während des Versuches eine gegenüber den anderen Versuchen relativ hohe Luftfeuchtigkeit vorhanden war und die Temperatur sich stark änderte. Eine Wiederholung der Meßreihe war aus technischen Gründen nicht möglich.

Bei den Bodenabständen 3 und 4 m ergibt sich eine Verschiebung der Kurven in Spannungsrichtung um 2 %, während die Rechnung sogar nur 1 % erwarten ließ. Der Einfluß des Bodenabstandes ist also vernachlässigbar.

e) Vergleich zwischen Messungen in der Reuse und Messungen an der Freileitung. — Die Bedeutung dieser Messungen war in der Einleitung hervorgehoben worden. Es wurde darum als abschließender Versuch der folgende ausgeführt: Die Leitung wurde im Dreieck aufgehängt und Meßreihe VIII aufgenommen ($a = 3$ m). Anfangspannung und Verluste ergaben sich für alle Leiter als praktisch gleich im Gegensatz zur Rechnung, die einen Unterschied von 4 % in den Anfangspannungen erwarten ließ. Vielleicht wurde das Feld des obersten Leiters durch benachbarte Bäume gestört. Am Versuchstag war die Luftfeuchtigkeit besonders hoch (86 gegen im Mittel 68 %), so daß sich die Ergebnisse der Meßreihe VIII mit denen der Reihen I ··· VII nicht vergleichen lassen. Die Anfangspannungen lagen um rd. 6 % niedriger als aus den Meßreihen I ··· VII erwartet wurde.

Nach Aufnahme der Meßreihe wurde aus dem mittleren Leiter ein rd. 6 m langes Stück herausgeschnitten und in einer Reuse von 1 m Dmr. die Koronaverluste bestimmt (Meßreihe IX). Die Meßmethode war die gleiche wie früher[5] beschrieben (Scheringsche Brücke). Die Wurzel aus der Verlustleistung ist in Abb. 6 dargestellt, um zu zeigen, daß die Verluste nicht einem Gesetz gehorchen, wie es von Peek angegeben wurde.

Der Vergleich der Ergebnisse an Freileitung und Reuse wurde wie folgt vorgenommen: Für die Drehstromleitung ist ohne Berücksichtigung der Erde für den glatten Zylinder

$$U_{0\text{Leit.}} = \mathfrak{E}_{0\text{Leit.}}\, r \sqrt{3} \ln \frac{a}{r};$$

die Erde ändert den Mittelwert der Feldstärke an den drei Leitern nicht merklich. Für $\mathfrak{E}_{0\text{Leit.}}$ setzen wir den bei Schumann[6] angegebenen Wert von $\frac{43{,}2}{\sqrt{2}}$ kV/cm an, der eigentlich nur für 2 Leiter parallel gilt.

Für die Reuse ist

$$U_{0\text{Reuse}} = \mathfrak{E}_{0\text{Reuse}}\, r \ln \frac{R}{r}$$

mit

$$\mathfrak{E}_{0\text{Reuse}} = \frac{45{,}0}{\sqrt{2}} \text{ kV/cm}.$$

Die Oberflächenrauhigkeit der Seile möge die Anfangsfeldstärke in beiden Fällen gleichmäßig herabsetzen. Dann müssen an der Drehstromleitung ungefähr die dreifachen Verluste wie in der Reuse auftreten, wenn die Anfangsfeldstärken an den Leitern um prozentual die gleichen Beträge überschritten werden, wenn also gilt:

$$\frac{U_{\text{Leit.}}}{U_{\text{Reuse}}} = \frac{\mathfrak{E}_{0\text{Leit.}} \sqrt{3}\, r \ln \frac{a}{r}}{\mathfrak{E}_{0\text{Reuse}}\, r \ln \frac{R}{r}}.$$

In dieser Weise wurden die Verluste umgerechnet und Korrekturen wegen der anderen relativen Luftdichte angebracht. Abb. 7 zeigt die befriedigende Übereinstimmung.

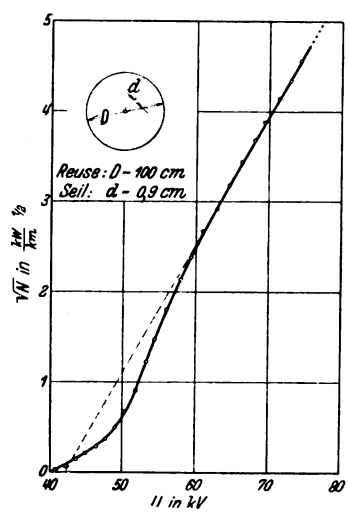


Abb. 6. Vergleichsmessungen in der Reuse.

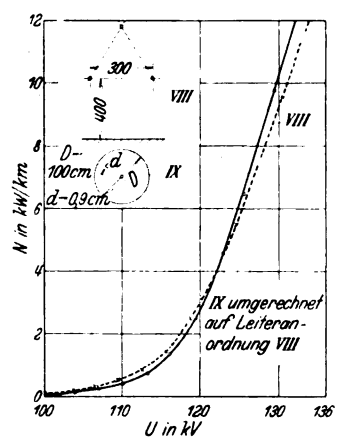


Abb. 7. Vergleich zwischen Messungen in der Reuse und an der Freileitung.

Herrn Prof. Dr. Schering möchte der Verfasser für die rege Förderung der Arbeit seinen verbindlichsten Dank sagen. Das Freileitungsmaterial wurde von den Firmen Vereinigte Aluminiumwerke, Hofmann in Kötzschenbroda und Isolatorenfabrik Teltow zur Verfügung gestellt.

[5] Potthoff, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 526 (1931).
[6] Schumann, Elektrizitätsdurchgang durch Gase, S. 82; Verlag Julius Springer, Berlin 1923.

Digitized by Google

Ein Gerät zum Messen des Frequenzspektrums von Rundfunkstörern.

(Mitteilung des VDE-Unterausschusses für Rundfunkstörungs-Meßverfahren.)

Von W. Wild, Berlin.

(Schluß von S. 152.)

Störerbelastungen.

Wir wollen nun die besonderen Störereigenschaften erörtern und aus ihnen die meßtechnisch günstigsten Belastungsfälle ableiten. Vorversuche zeigten, daß für die Rundfunkfrequenzen der innere Widerstand der meisten kleineren Motoren unerwartet groß ist und in der Regel eine überwiegende kapazitive Blindkomponente aufweist. Es handelt sich dabei um Werte, die Kapazitäten von oft nur 30 μμF entsprechen. Physikalisch ist dieses Verhalten aus der Wirkung der Motorfeldwicklungen zu erklären, die gleich Hochfrequenzdrosseln vor der eigentlichen Störquelle, den Bürsten, liegen. Bei Störern mit derart hohen Innenwiderständen fällt es leicht, den Kurzschlußfall zu verwirklichen. In der Meßschaltung wurde eine kapazitive Belastung gewählt, weil sie auf dem ganzen Frequenzgebiet im Vergleich zum kapazitiven Störerwiderstand relativ klein und konstant gehalten werden kann. Natürlich sind zur Schaffung des Kurzschlusses auch andere Belastungen möglich, beispielsweise eine reine Wirkbelastung, die an den Klemmen *D*, *E* vorzunehmen wäre.

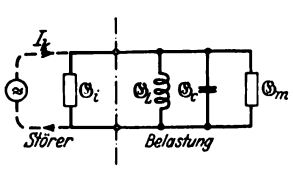


Abb. 4. Ersatzbild von Störer, Sperrkreis und Meßgeräteingang.

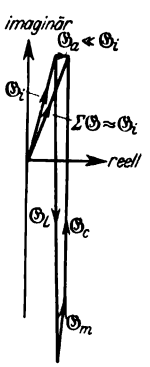


Abb. 5. Leitwertdiagramm für Leerlauf.

Als zweiter charakteristischer Störerzustand läge zunächst der Leerlauffall nahe. Der verlustarme Sperrkreis und der geringe Leistungsbedarf der Eingangschaltung des Meßgerätes würden für die jeweilige Meßfrequenz auch Störer mit hohem Innenwiderstand praktisch im Leerlauf belassen. Trotzdem sprechen zwei Gründe gegen eine Leerlaufmessung. Erstens liefert sie zusammen mit der Kurzschlußmessung wohl den Betrag, nicht aber die Phase des Störerwiderstandes. Zweitens befindet sich der Störer nur für die eigentliche Nennfrequenz der Messung im Leerlauf, dagegen ist dies für die dicht benachbarten Frequenzen nicht mehr der Fall. Störer mit überwiegender Blindkomponente ihres Innenwiderstandes werden sogar in einem der Nachbargebiete nahe der Meßfrequenz in ihrer Spannung stark angeregt. Die in solchen Gebieten dann auftretenden hohen Klemmenspannungen schlagen möglicherweise im Hauptsieb durch und fälschen das Meßergebnis.

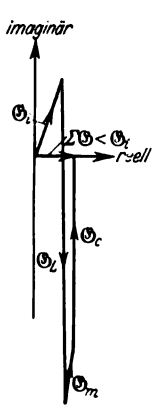


Abb. 6. Leitwertdiagramm für den Anregungsfall.

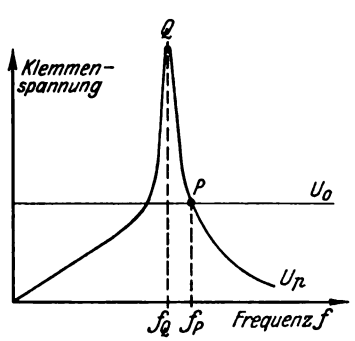


Abb. 7. Leerlaufpunkt *P* und Anregung bei *Q*.

Am besten sind die Belastungsverhältnisse zu überblicken, wenn man entgegen der geläufigen Darstellung nicht mit Widerständen, sondern mit Leitwerten rechnet. Im Ersatzschaltbild ist der Generator dann ein komplexer Leitwert, dem ein konstanter Strom, nämlich der Kurzschlußstrom, zugeführt wird. Parallel zum Generator liegen die Leitwerte der konstanten Sperrkreis-Induktivität und des verstellbaren Kondensators sowie der Eingangsleitwert zur Meßapparatur (Abb. 4). Die Klemmenspannung am Störer ergibt sich in dieser Darstellung als Quotient aus Kurzschlußstrom und der Summe aller Leitwerte. Sie wird am größten, wenn diese Leitwertsumme ein Minimum wird. Abb. 5 zeigt ein solches Leitwertdiagramm für einen kapazitiven Störer, u. zw. für die Nennfrequenz der Messung. Dabei ist der Summenleitwert praktisch gleich dem Störerleitwert, es ist also Leerlauf erreicht. In dem Diagramm bedeuten:

$\mathfrak{G}_i = G_i + j\,Y_i = \frac{1}{\mathfrak{R}_i}$ den Leitwert des Störers (Generator)

$\mathfrak{G}_L = G_L + j\,Y_L$ „ „ der Sperrkreis-Induktivität

$\mathfrak{G}_m = G_m + j\,Y_m$ „ „ des Meßgerät-eingangs

$\mathfrak{G}_c = j\,Y_c$ „ „ des Sperrkreis-kondensators

$\mathfrak{G}_a = G_a + j\,Y_a = \frac{1}{\mathfrak{R}_a}$ „ „ der äußeren Belastung, d. h. der drei letzgenannten Schaltelemente.

Für eine Frequenz, die etwas tiefer als die Nennfrequenz liegt, werden die kapazitiven Blindkomponenten Y_i, Y_m und Y_c kleiner, während Y_L wächst. In Abb. 6 ist dies gezeigt für den Fall eines Minimums des Summenleitwertes $\Sigma\,\mathfrak{G}$. Hier tritt dann, wie vorstehend erwähnt, die maximale Klemmenspannung auf, die entsprechend dem Verhältnis von $\mathfrak{G}_i/\Sigma\,\mathfrak{G}$ der Abb. 6 ein Vielfaches der Leerlaufspannung werden kann.

Abb. 7 zeigt schematisch im Lineardiagramm, wie ein etwa amplitudengleiches Leerlaufspektrum eines kapazitiven Störers durch den Belastungskreis zu einem Spektrum mit scharfer Amplitudenresonanz entartet. Man erkennt daran, daß in nächster Nachbarschaft des Leerlaufpunktes *P*, auf dessen Frequenz alle Meßkreise eingestellt sind, in *Q* eine wesentlich höhere Klemmenspannung auftritt, die infolge Durchschlagens im Hauptsieb sehr leicht Fehlmessungen verursachen kann. Die Messung der Leerlaufspannung erscheint deshalb für Störer mit hohem Innenwiderstand nicht einwandfrei durchführbar. Als Ersatz für sie hat sich eine Messung der maximalen Klemmenspannung im Anregungsfall, also im Punkte *Q*, als sehr vorteilhaft erwiesen. Praktisch wird die Anregung durch eine Verstimmung des Sperrkreiskondensators um $j\,\Delta\,Y_c$ (entsprechend der Abb. 8) erreicht, wobei das Eintreten maximaler Spannung am Anzeigegerät leicht zu beobachten ist. Die Messung der Anregungspannung U_{max} liefert zusammen mit der des Kurzschlußstromes I_k auch eine vollkommene Beschreibung des Störers, da aus der Kondensatorverstimmung der Blindleitwert $j\,\Delta\,Y_c$ ebenfalls bekannt ist. Bezeichnet man noch mit U_0 die Leerlaufspannung, so gelten folgende Gleichungen, die sich natürlich nur auf die Meßfrequenz beziehen:

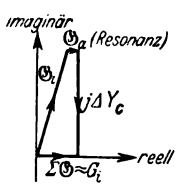


Abb. 8. Anregung durch $\Delta\,Y_c$.

$$G_i = \frac{I_k}{U_{max}} - G_a \qquad j\,Y_i = -j\,\Delta\,Y_c$$

$$\mathfrak{R}_i = \frac{1}{\mathfrak{G}_i} = \frac{1}{G_i + j\,Y_i} \qquad U_0 = \frac{I_k}{\sqrt{G_i^2 + Y_i^2}}.$$

Der Wirkanteil G_a des Belastungsleitwerts ist aus dessen Dämpfungswerten bekannt. Er ist jedoch gegen G_i meist

Digitized by Google

zu vernachlässigen. Es ist interessant, noch die maximale Störerleistung N_{max} zu berechnen, die auch in der Praxis an solchen Frequenzstellen auftreten kann, in denen zufällig eine konjugiert komplexe Anpassung zwischen Störer und dem speisenden Netz erfolgt. Es ist

$$N_{max} = \frac{I^2_k}{4\,G_i} = \frac{G_i + G_a}{4\,G_i}\,I_k\,U_{max} \approx \frac{1}{4}\,I_k\,U_{max},\ \text{da:}\ G_a \ll G_i.$$

Diese Betrachtungen setzten voraus, daß U_0 und $\Re_i$ tatsächlich Konstante sind. Kann diese Annahme bei der von Fall zu Fall zu prüfenden Eigenart eines Störers nicht gemacht werden, so sind, wie schon erwähnt, Belastungskennlinien erforderlich, deren Aufnahme, abgesehen vom Zeitaufwand, keine Schwierigkeiten bereitet. Beliebige Belastungen sind mit dem Sperrkreis S und einem zusätzlichen Widerstand zwischen D und E leicht herzustellen.

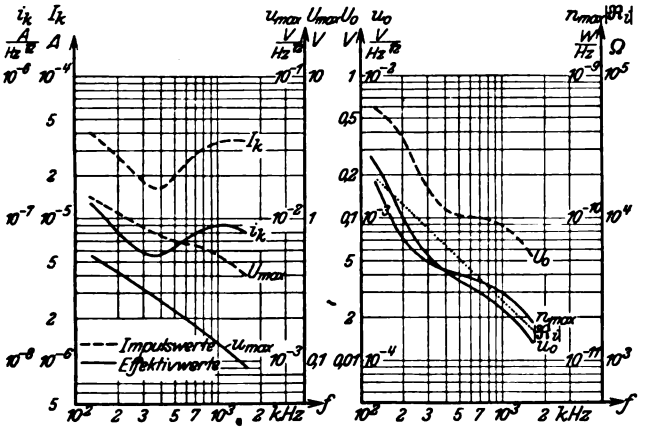


Abb. 9. Meßwerte. Abb. 10. Errechnete Werte. Symmetrische Störwerte eines Staubsaugermotors 110 V, 60 W, 3500 U/min.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß auch im Stillstand der innere Leitwert des Störers mit der Versuchsanordnung zu messen ist. In der Schaltung für die Abstimmung des Sperrkreises und des Vorsiebes wurde der Hauptsiebkreis durch das Dynatron bis zum Selbstschwingen erregt und diente so als Sender. Man braucht nun

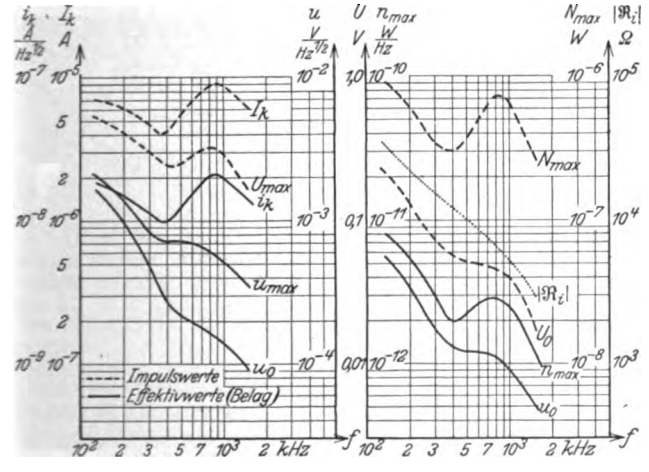


Abb. 11. Meßwerte. Abb. 12. Errechnete Werte. Symmetrische Störwerte einer Heißluftdusche (ohne Heizkörper 220 V, 60 W, 7000 U/min.

den zu messenden Störer nur zwischen die Klemmen E und D zu schalten und den Kondensator des Sperrkreises auf größten Ausschlag des Rohrvoltmeters zu verstellen. Ersetzt man sodann den Störer durch einen veränderlichen Wirkwiderstand von solcher Größe, daß sich derselbe Voltmeterausschlag bei Sperrkreisresonanz ergibt, so sind aus dem Widerstandswert und der Verstellung des Kondensators wieder Wirk- und Blindanteil des Störerleitwertes zu ermitteln. Diese Messung ist als Vorversuch dann ratsam, wenn Zweifel über die für die Verwirklichung des Kurzschlusses erforderliche Belastung bestehen. Von Bedeutung ist dies, wenn Störer mit kleinem inneren Widerstand vorliegen. Für sie ist nämlich die Kurzschlußmessung zweckmäßig durch eine Leerlaufmessung zu ersetzen. Bei Geräten, welche an den Netzanschlußklemmen mit Kondensatoren entstört sind, genügt diese Leerlaufmessung schon zur Kennzeichnung des Störers, da der innere Widerstand gleich dem des verwendeten Kondensators, also bekannt ist.

Im Anschluß an die theoretischen Betrachtungen mag noch eine kurze Kritik bisher üblicher Meßverfahren am Platze sein. Sie beruhten immer auf einer Nachbildung praktischer Verhältnisse zwischen einer Stör- und einer Empfangsanlage. Die Hauptmängel, deren man sich übrigens wohl bewußt war, sind empfangseitig die Willkürlichkeit in der Trennschärfe und in der Art der Gleichrichtung des benutzten Geräts, störerseitig die mehr oder weniger gute Anpassung zwischen Störer und speisendem Netz, die ganz dem Zufall überlassen blieb, sowie die Unmöglichkeit, eine Trennung nach symmetrischen und unsymmetrischen Störungen vorzunehmen. Es handelt sich bei all diesen Mängeln um lauter Faktoren, deren Einfluß auf das Meßergebnis auch durch keine Eichung auszuschalten war, sondern bestenfalls durch mehrere Messungen am Störer bei verschiedenen Versuchsschal-

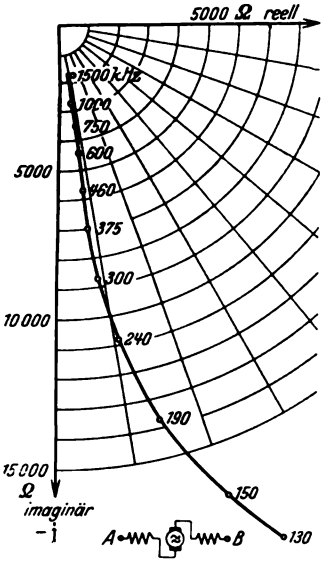


Abb. 13. Symmetrischer hochfrequenter Innenwiderstand des Staubsaugers.

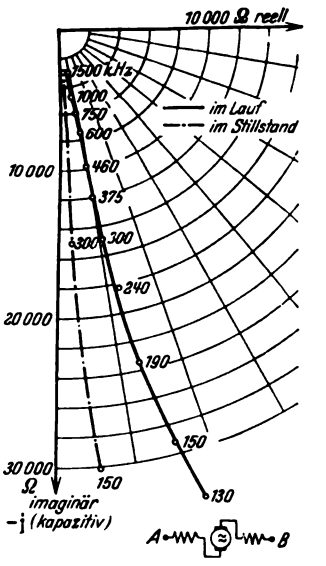


Abb. 14. Symmetrischer hochfrequenter Innenwiderstand der Heißluftdusche.

tungen etwas ausgeglichen werden konnte. An eine Vorausberechnung der Wirksamkeit verschiedener Entstörungsmaßnahmen, wie sie auf Grund der hier beschriebenen Messungen und bei Kenntnis der hochfrequenten Eigenschaften der Installationsnetze leicht möglich ist, war bei den rein praktischen Versuchsverfahren natürlich nicht zu denken. Auch manche Mißerfolge einer praktischen Entstörung können nur durch quantitative Messungen am Störer selbst schnell geklärt werden.

Meßergebnisse.

Die Abb. 9 ··· 12 zeigen einige Beispiele von Störerspektren, die aus Messungen an zwei Kleinmotoren mit symmetrisch aufgeteilten Feldwicklungen unter Vollast gewonnen wurden. Gemessen wurden die symmetrischen Störungswerte, also die, die zwischen den beiden Klemmen auftreten, u. zw. der Kurzschlußstrom und die maximale Klemmenspannung bei Effektiv- und Impulsanzeige (Abb. 9 u. 11). An weiteren charakteristischen Störergrößen wurden dann nach den vorn aufgestellten Formeln die Leerlaufspannung, die maximale Störleistung und der innere Scheinwiderstand des Störers errechnet und in den Abb. 10, 12, 13 und 14 in ihrem Frequenzgang aufgetragen. Als Intensitätswerte der Störerspektren sind, soweit sie aus Effektivwertmessungen entstanden sind, die Größen Strom- und Spannungsbelag in $A/Hz^{½}$ und $V/Hz^{½}$ bzw. die Energiedichte in W/Hz aufgezeichnet, über deren Be-

Digitized by Google

deutung und Entstehung ja in einem der vorstehenden Absätze eingehend gesprochen wurde. Da es sich um spezifische Werte handelt, sind sie mit kleinem Buchstaben geschrieben. Für die Impulsgrößen sind dagegen die mit der konstanten Siebbreite von 10 kHz unmittelbar erhaltenen Meßwerte in A, V und W im Frequenzspektrum gezeigt. Wollte man auch die Effektivwerte nicht auf die Frequenzeinheit Hz beziehen, sondern auf die volle Bandbreite von 10 kHz, also etwa die Breite eines Übertragungskanals, so erhielte man die gleichen Kurven, nur müßten als Ordinatenmaßstäbe die für die Impulswerte geltenden Skalen benutzt werden. Es läßt sich deshalb in den Darstellungen der Unterschied zwischen den Meßwerten bei Impuls- und Effektivmessung ohne Maßstabumrechnung sofort erkennen.

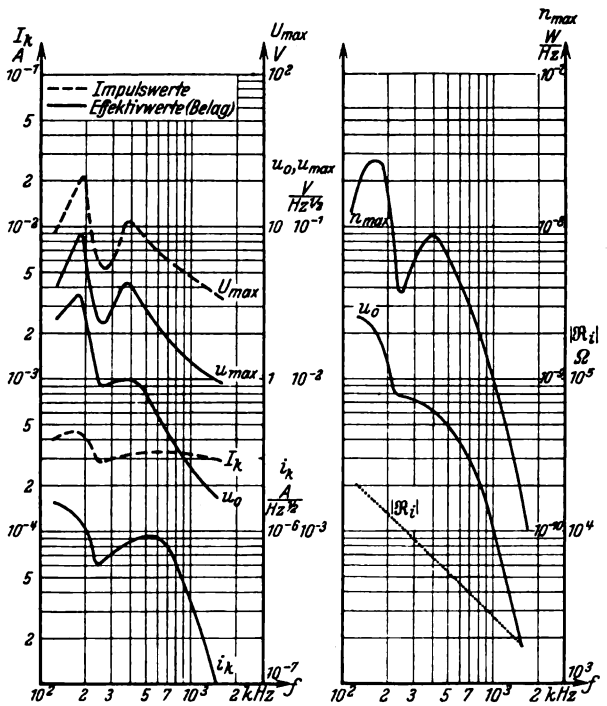


Abb. 15. Meßwerte eines Heilgeräts (symmetrisch).

Abb. 16. Rechenwerte

In den Kurven findet man auch eine Bestätigung der theoretischen Überlegungen, daß eine Leerlaufmessung leicht zu Fehlergebnissen führt. Vergleicht man nämlich den aus i_k und u_{max} errechneten Leerlauf-Spannungsbelag u_0 der Abb. 12 mit dem unmittelbar bei Resonanzabstimmung des Sperrkreises gemessenen Werte von u_0 der Abb. 11, so zeigt sich, daß letzterer nicht unerheblich größer ist. Es entsprach der Störerwiderstand einer Kapazität von etwa 35 µµF. Dieser Wert betrug etwa $^1/_{10} \cdots ⅓$ der Sperrkreiskapazität, so daß die Stelle der Anregung auf maximale Klemmenspannung in ihrer Frequenz etwa nur $^1/_{100} \cdots ^1/_{10}$ von der eigentlichen Meßfrequenz des Leerlaufs entfernt liegen konnte. Für die langen Wellen bedeutet dies einen Frequenzabstand von 1,5 ··· 15 kHz, und es ist verständlich, daß hier auch die größten Meßfehler auftreten mußten.

In Abb. 14 sind zwei Scheinwiderstands-Diagramme einander gegenübergestellt. Die eine Wertreihe wurde rechnerisch aus den Meßwerten i_k und u_{max} bestimmt, während die zweite im Stillstand des Störers ebenfalls mit der vorstehend beschriebenen Meßapparatur gemessen wurde. Im wesentlichen befriedigt die Übereinstimmung und bestätigt die Vermutung, daß der Störvorgang durch die äußere Belastung nicht nennenswert beeinflußt wird, denn gerade bei der Anregung des Störers auf maximale Spannung müßten Nichtlinearitäten am deutlichsten in Erscheinung treten. Die geringen Abweichungen der im Lauf und Stillstand erhaltenen Widerstandskurven sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß in der Meßschaltung für die Maximalspannung eine zusätzliche Beschneidung des gefilterten Frequenzbandes im Anregungskreis stattfand.

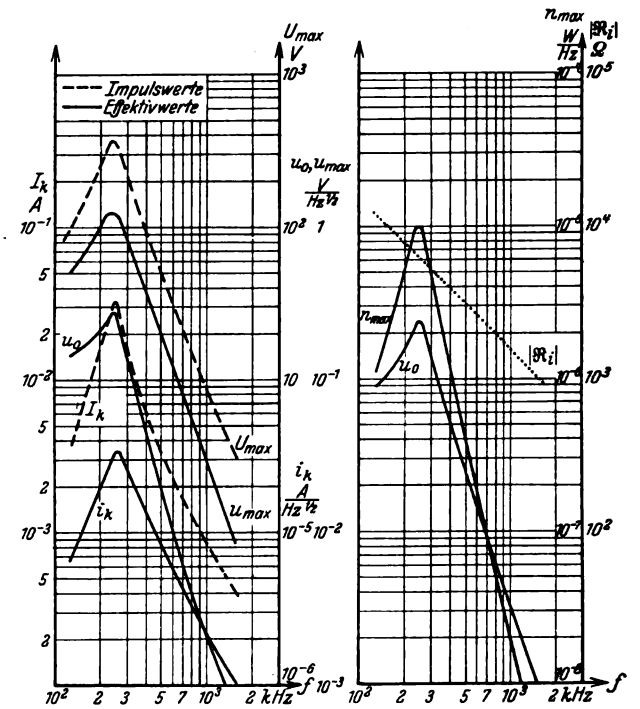


Abb. 17. Meßwerte eines Heilgeräts (unsymmetrisch).

Abb. 18. Rechenwerte

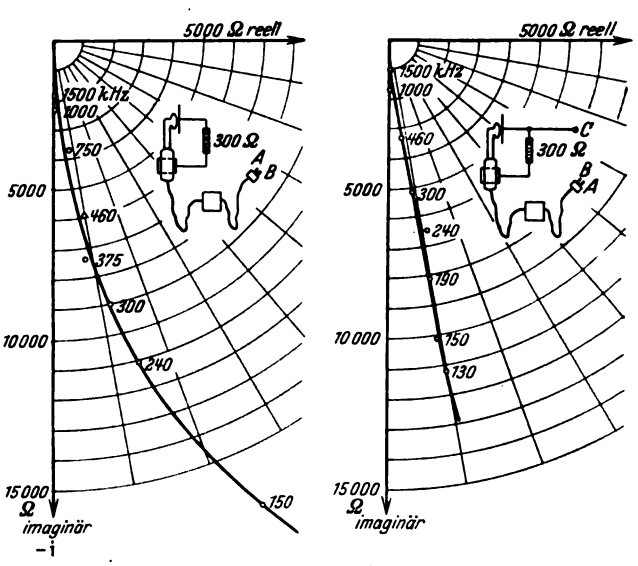


Abb. 19. Symmetrische hochfrequente Innenwiderstände des Heilgeräts.

Abb. 20. Unsymmetrische

In den Abb. 15, 16 und 19 sind die gleichen charakteristischen Meß- und Rechengrößen für ein Heilgerät in symmetrischer, in Abb. 17, 18 und 20 in unsymmetrischer Schaltung aufgetragen. Verglichen mit den beiden Motoren sind die Störwerte um einige Dekaden größer, ein Ergebnis, das mit den praktischen Erfahrungen voll im Einklang steht.

Digitized by Google

Der Verlauf des elektrischen Feldes in Elektronenröhren, gemessen im elektrolytischen Trog*.

(Mitteilung aus dem Institut für Schwachstromtechnik der T. H. Dresden.)

Von H. Barkhausen und J. von Brück, Dresden.

Übersicht. Das bekannte Verfahren, den Verlauf des elektrostatischen Feldes in einem Dielektrikum durch Nachbildung in einem elektrolytischen Trog auszumessen, wird auf Elektronenröhren angewandt. Die mit der Theorie in bester Übereinstimmung stehenden Meßergebnisse geben ein anschauliches Bild von der Steuerwirkung des Gitters auf den Elektronenstrom. Das Verfahren besitzt daher einen hohen pädagogischen Wert und eignet sich infolge seiner Einfachheit besonders gut zu Unterrichtszwecken.

Bekanntlich ändert sich der Verlauf der elektrischen Feldlinien und der diese senkrecht schneidenden Linien konstanter Spannung nicht, wenn man den vom Dielektrikum (Luft, Vakuum) eingenommenen Raum mit einer leitenden Flüssigkeit (Wasser) ausfüllt. Man hat dann die Möglichkeit, das Potential an jeder Stelle des Raumes durch eine Sonde äußerst einfach und genau feststellen zu können, wenn man eine Nullmethode mit Wechselstrom und Telephon anwendet. Auf diese Weise ist schon seit 1919 in den praktischen Übungen der Studierenden der T. H. Dresden die Feldverteilung eines Dipols in der Ebene gemessen worden, die bekanntlich mit der Feldverteilung einer Zweidraht-Freileitung übereinstimmt. Diese Messungen wurden dann auch auf Mehrleitersysteme ausgedehnt, z. B. wurde die Beeinflussung einer Schwachstromleitung durch eine Starkstromleitung quantitativ ausgemessen. Hierüber ist schon von W. Zschaage berichtet worden[1]. Dort sind auch die Einzelheiten der Messung beschrieben und die möglichen Fehlerquellen untersucht worden.

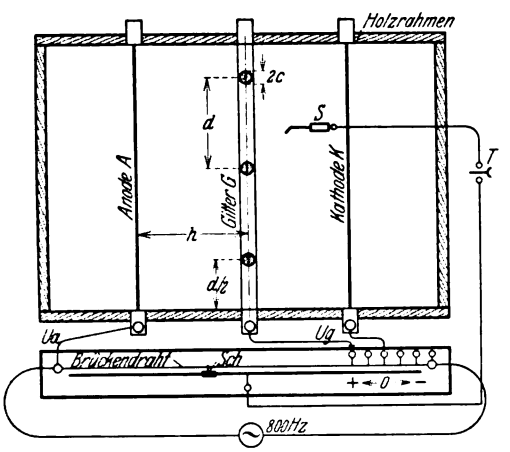


Abb. 1. Versuchsanordnung.

Diese Meßmethode ist jetzt weiter auf die Untersuchung der Feldverteilung in Elektronenröhren angewandt worden. Abb. 1 zeigt die einfache Versuchsanordnung. Der Trog besteht aus einer ebenen, 45 · 60 cm großen Glasplatte, die wasserdicht in einen Holzrahmen eingekittet ist. Die Unterseite der Glasplatte ist mit Millimeterpapier beklebt; man kann so jeden gemessenen Punkt sehr leicht und genau auf einen entsprechenden Bogen Millimeterpapier des Versuchsprotokolls übertragen. Anode und Kathode werden durch je ein senkrecht ins Wasser tauchendes Metallband nachgebildet, das sich zu beiden Seiten auf den Holzrahmen auflegt, das Gitter durch eine metallische Brücke, von der senkrecht nach unten runde Metallstücke ins Wasser eintauchen. Abstand d und Durchmesser $2c$ dieser Stäbe sind somit leicht veränderlich und können, maßstäblich vergrößert, denen einer wirklichen Elektronenröhre jeweils angepaßt werden. Die dem Rande benachbarten Gitterstäbe müssen von diesem einen Abstand $d/2$ haben. Nach der Spiegelungstheorie wirkt dann der Rand genau so wie eine fortlaufende Reihe von Gitterstäben im Abstand d über den Rand hinaus bis ins Unendliche. Der Rand ergibt dann keinerlei Störungen im Verlauf des elektrischen Feldes. Diese Nachbildung entspricht offenbar angenähert der einen Seite einer ebenen Anordnung, wie sie bei gewissen Röhrentypen vorhanden ist, nur daß dort die Kathode nicht eine Fläche, sondern ein in einer Ebene zickzackförmig ausgespannter Draht ist. Sie entspricht aber auch einem Ausschnitt aus einer zylindrischen Anordnung, die entsteht, wenn man Anode und Gitter um die Kathode als Achse rotieren läßt. Genau genommen sollte der Ausschnitt keilförmig sein. Ein solcher Flüssigkeitskeil läßt sich auch praktisch herstellen, indem man den Trog schräg stellt, so daß die Flüssigkeitshöhe an der Anode groß, an der Kathode gerade Null wird. Doch wird, wie auch ein entsprechender Versuch zeigt (vgl. Abb. 8), das Feldbild dadurch seinem Wesen nach nicht geändert.

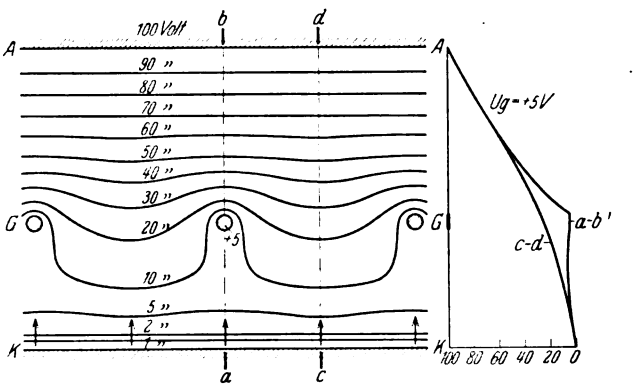


Abb. 2. Abb. 2a.

Die Messung geht am besten in folgender Weise vor sich. Zunächst werden die gewünschte Gitterspannung U_g und Anodenspannung U_a durch Abgriff von einem stromdurchflossenen Brückendraht fest eingestellt. Die Höhe der Spannung wird am besten unmittelbar in Zentimeter Drahtlänge gemessen. Um auch negative Gitterspannungen einstellen zu können, muß der Brückendraht über den als Nullpunkt anzusehenden Anschluß der Kathode nach der anderen Seite hin noch etwas weiter laufen. Weiter wird die durch die Sonde abgetastete Spannung für die verschiedenen Punkte durch Einstellen des Schleifers *Sch* auf Verschwinden des Tones im Telephon T gemessen.

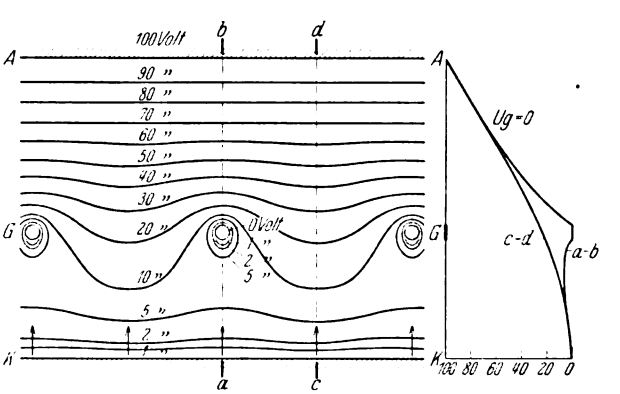


Abb. 3. Abb. 3a.

Die Abb. 2 ··· 6 zeigen das Ergebnis solcher Messungen[2] für 5 verschiedene Gitterspannungen U_g. Man erkennt deutlich das „Durchgreifen" der Anodenspannung durch die Gitterfläche in allen Bildern und das Hinaufdrängen der Linien gleicher Spannung, z. B. der 10 V-

* Eingeg. am 13. VI. 1932.

[1] W. Zschaage, ETZ 1925, S. 1215.

[2] Diese Bilder stimmen ausgezeichnet mit denen überein, die in dem Buche von H. G. Möller, Elektronenröhren, in der ersten Auflage 1920, S. 16 ··· 18 enthalten waren. Dort war die Feldverteilung aus theoretischen Rechnungen ermittelt worden.

Digitized by Google

Linie, wenn die Gitterspannung von Abb. 2 ··· 6 fortschreitend negativer gemacht wird. Die Pfeile an Kathode und Gitter zeigen die Richtung des Gefälles für die Elektronen an. In Abb. 2, 3 und 4 werden die Elektronen noch überall von der Kathode fortgetrieben. In Abb. 5 ist das Feld schon im Schatten des stark negativen Gitters entgegengesetzt gerichtet und in Abb. 6 ist dies infolge des längs der ganzen Kathode noch stärker negativen Gitters überall der Fall. Das Gefälle ist noch besser aus den

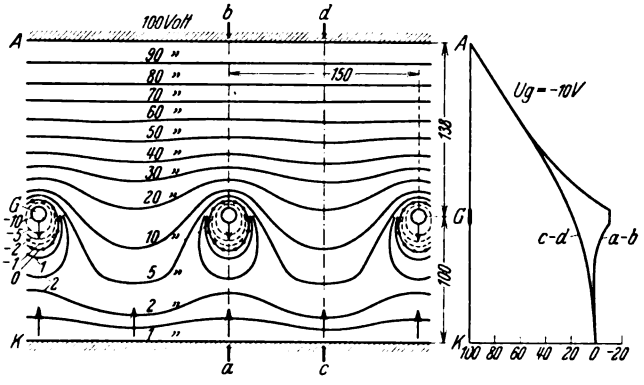


Abb. 4.

Abb. 4a.

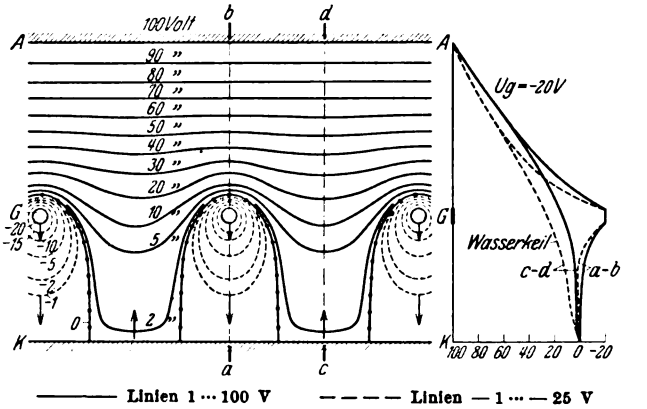


Abb. 5.

Abb. 5a.

——— Linien 1 ··· 100 V — — — — Linien — 1 ··· — 25 V
—·—·—·— Linie 0 V
(gilt auch für die Abb. 6, 7 u. 8)

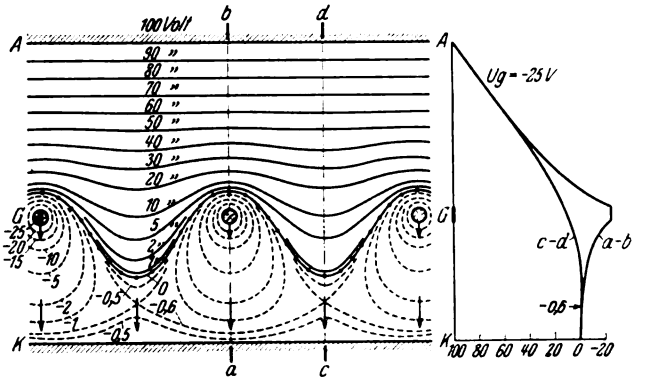


Abb. 6.

Abb. 6a.

Abb. 2 a ··· 7 a zu ersehen, in denen der gemessene Verlauf der Spannung längs einer geraden Linie von der Kathode zur Anode aufgetragen ist, und zwar einerseits längs der Linie *a—b* durch einen Gittersteg, anderseits längs der Linie *c—d* durch die Mitte zwischen zwei Gitterstegen. Das negative Gitter stellt einen Berg dar, über den die aus der Kathode austretenden Elektronen nicht hinüber„rollen" können[3]. Das Gelände *c—d* zwischen den Gitterstegen bleibt aber zunächst noch abschüssig, erst in Abb. 6 erhebt es sich anfangs ein wenig über die Kathodenhöhe und sperrt so den Elektronenablauf auch dort ab. Abb. 7 zeigt das Bild einer Zweiplattenröhre, bei der Gitter *G* und Anode *A* aus je einer Platte zu beiden Seiten der durch die Heizdrähte gebildeten Kathode *K* bestehen. Man erkennt hier deutlich, wie das näher liegende negative Gitter die Heizdrähte mit einer negativen (gestrichelt gezeichneten) Spannung umgibt, die den Elektronenaustritt vollständig verhindert.

Abb. 8 zeigt die Spannungsverteilung in einem Wasserkeil bei geneigtem Trog, die also einer normalen Elektronenröhre mit zylindrischer Anordnung entspricht (vgl. oben). Die Gitterspannung war wie in Abb. 5 $U_g = -20$ V. Die Spannungsverteilung entspricht aber mehr der ebenen Anordnung mit $U_g = -10$ V, die in Abb. 4 dargestellt war. In Abb. 5 a ist das Spannungsgefälle bei geneigtem Trog punktiert miteingezeichnet. Schließlich ist in Abb. 8 a der Spannungsverlauf zwischen Kathode und Anode ganz ohne Gitter eingezeichnet. Bei der ebenen Anordnung ist er eine Gerade, bei der Zylinderanordnung sollte er logarithmisch verlaufen. Die gemessenen Kurven stehen hiermit in guter Übereinstimmung.

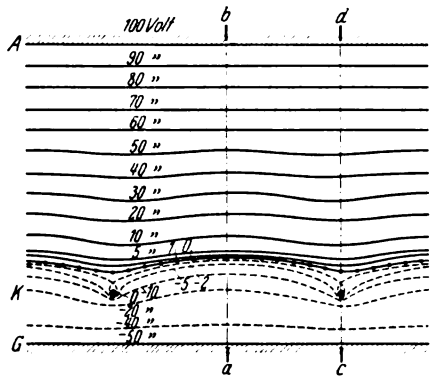


Abb. 7.

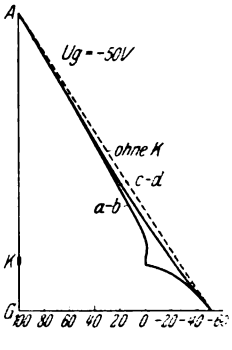


Abb. 7a.

Man beachte, daß alle so gemessenen Spannungsverteilungen nur das elektrische Feld in Elektronenröhren ohne Raumladungen darstellen. Unter dem Einfluß der Raumladung geht theoretisch bei der ebenen Anordnung der geradlinige Spannungsverlauf $u = cx$ in eine Kurve $u = c'x^{4/3}$ über, ebenso bei der zylindrischen Anordnung der logarithmische Verlauf $u = c'' \log r$ in eine Kurve $u = c''' r^{2/3}$. Diese theoretischen Kurven sind in Abb. 8 punktiert eingezeichnet. Die Raumladungen ändern also den Spannungsverlauf nicht unbeträchtlich. Wie aber der Vergleich zwischen Abb. 8 und Abb. 4 und 5 zeigte, ändern sich dadurch nur im wesentlichen die Zahlwerte, nicht die Formen der gezeichneten Linien konstanter Spannung.

Der Durchgriff von Elektronenröhren ist bekanntlich ohne Berücksichtigung der Raumladungen gleich dem Verhältnis der Teilkapazitäten von Anode und Gitter gegen die Kathode. Für die ebene Anordnung läßt er sich berechnen zu

$$D = \frac{C_{AK}}{C_{GK}} = \frac{d}{2\pi h} \ln \frac{d}{2\pi c}. \qquad (1)$$

Die so für tatsächliche Elektronenröhren berechneten Durchgriffe stimmen trotz Vernachlässigung der Raumladung mit den an den gleichen Röhren gemessenen Durchgriffen erstaunlich gut überein[4]. Den Kapazitäten entsprechen im leitenden Medium die Leitwerte, die reziproken Widerstände. Diese lassen sich leicht messen. Bei der Brückenschaltung[5] nach Abb. 9 ist z. B. das Verhältnis der Teilwiderstände gleich dem Verhältnis der Brückendrahtlängen l_a und l_g. Es ist daher

$$D = \frac{C_{AK}}{C_{GK}} = \frac{l_g}{l_a}. \qquad (2)$$

Die so im Trog gemessenen Durchgriffe stimmen recht gut mit den nach Gl. (1) aus den Abmessungen berechne-

[3] Da die Höhe des Berges nach rechts aufgetragen ist, muß man sich die Abb. 2 a ··· 7 a für diesen Vergleich um 90° gedreht denken.

[4] Vgl. z. B. Barkhausen, Elektronenröhren, 4. Auflage, Bd. 1, § 13.

[5] Es ist die gleiche Schaltung, nach der auch bei wirklichen Elektronenröhren der Durchgriff D gemessen werden kann. Man kann bei der Trogmessung (dagegen nicht bei der Messung von wirklichen Elektronenröhren) wie bei jeder Brückenmessung Telephon und Stromquelle auch vertauschen. Eine derartige Schaltung ist schon von Kusunose, Proc. Instn. Radio Engr. Bd. 17. S. 1726 (1929) angegeben worden.

Digitized by Google

ten Durchgriffen überein. Für die den Abb. 2 ··· 6 zugrunde liegenden Verhältnisse ergab z. B. die Messung $D = 20{,}2\,\%$, die Rechnung $D = 20{,}0\,\%$. Auch die in Formel (1) ausgedrückte Tatsache, daß der Durchgriff D nur die die Anode und die Kathode darstellenden Metallbänder entsprechend im Trog zu verschieben. Verringert man den Abstand der Kathode, so verringern sich die $1/C_{AK}$ und $1/C_{GK}$ entsprechenden Teilwiderstände nahezu in gleichem Maße, so daß ihr Verhältnis D konstant bleibt.

Auch auf Doppelgitterröhren läßt sich das Verfahren ausdehnen. Es läßt sich aber nur die elektrostatische Spannungsverteilung ohne Raumladungen messen, nicht die Stromverteilung auf die einzelnen Elektroden. Das negative Gitter nimmt z. B. im Trog einen negativen Strom auf, in der Elektronenröhre selbst bleibt es aber stromlos.

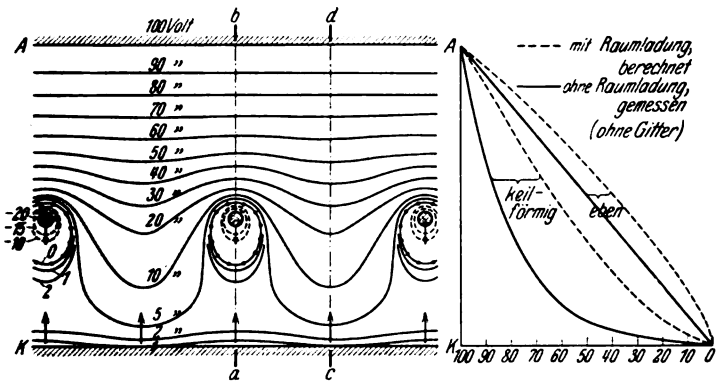


Abb. 8.

Abb. 8a.

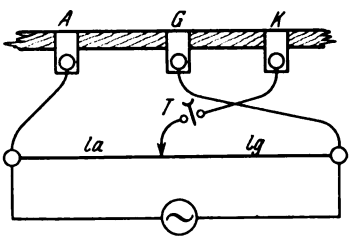


Abb. 9. Brückenschaltung für die Durchgriffmessung im Trog.

umgekehrt proportional dem Abstand h zwischen Anode und Gitter ist, dagegen von dem Abstand der Kathode vom Gitter in erster Annäherung gar nicht abhängt, wird durch die Messungen gut bestätigt. Man braucht dazu

Der Röntgenbildtonfilm.

Von **Heinz Grosse**, Berlin.

Übersicht. Der Röntgenbildtonfilm ist ein filmisches Röntgenbild, man sieht durch ihn die Bewegung und die Größe der inneren Organe (das Herz, Lunge, Zwerchfell, Kehlkopf und die Sprechwerkzeuge u. a.) und hört dazu gleichzeitig die tonliche Aufnahme z. B. des Herzens, des Lungengeräusches oder des gesprochenen und gesungenen Wortes. Die ganze Entwicklung des Röntgenbildtonfilmes und das gesamte Aufnahmeverfahren werden beschrieben.

Auf Anregung des Direktors der Staatlichen akademischen Hochschule für Musik in Berlin und Leiters der Rundfunkversuchstelle Herrn Prof. Dr. Georg Schünemann, durch die Beobachtung der inneren Organe des Körpers exakte neue Wege der Sprech- und Gesangspädagogik zu finden, beschäftigte sich der Verfasser mit diesem Problem.

Kurz nach Weihnachten 1931 entstand nach langer, intensiver Arbeitsperiode durch die Zusammenarbeit mit dem Röntgenologen Dr. V. Gottheiner, Berlin, und der Rundfunkversuchstelle durch den Verfasser der erste Röntgenbildtonfilm. Der Film ist 4 min lang und zeigt das Prinzipielle und damit andeutungsweise die Möglichkeiten, die durch den Röntgenbildtonfilm gegeben sind.

Die Versuche in dieser Richtung sind bereits recht alt. Man hat gleich nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen die Anwendung, nach anfänglich für rein medizinische, auch für sprach- und gesangspädagogische Zwecke erkannt. Scheier bringt schon 1898 eine Veröffentlichung über die Ergebnisse seiner Studien über die Physiologie des Gesanges mit Röntgenstrahlen. Er mußte sich allerdings bei seinen Studien rein mit der Beobachtung am Leuchtschirm begnügen. F. M. Groedel gelang es bereits, im März 1909 einen stummen Film mit Herzaufnahmen zu zeigen. Es handelte sich dabei im ganzen um 24 Bilder, die in 4 s abliefen[1]. Erhebliche Verbesserungen konnten dann 1914 ebenfalls von F. M. Groedel erzielt werden. Es gelang, ein 6 m langes Filmband mit 10 ··· 16 Bildern/s Geschwindigkeit aufzunehmen. Die wesentlichsten Schwierigkeiten bestanden damals darin, daß das aufzunehmende Objekt in Originalgröße aufgenommen werden mußte, und zwar aus dem Grunde, weil die Röntgenstrahlen sich nicht, wie die für das Auge sichtbaren Strahlen, durch Optiken brechen lassen. Man ist nun allerdings in der Lage, bei diesen Aufnahmen in Originalgröße die Großaufnahmen auf Normalfilm zu verkleinern. Der Nachteil liegt m. E. auf der Hand, das Verfahren ist umständlich und unwirtschaftlich. Es wurde bei unseren Arbeiten ein anderes Verfahren benutzt, welches in normaler Weise unter Benutzung einer Spezial-Aufnahmekamera und eines besonderen Films die optische Aufzeichnung macht. Für die bildliche Aufnahme gibt es die Möglichkeit, vom Fluoreszenzschirm aus, wie für die Beobachtung in der Röntgentechnik üblich oder wie durch die Braunsche Röhre bekannt, die filmische Aufnahme zu machen. Es besteht dann noch die Möglichkeit, da nämlich wegen der mehr oder weniger großen Trägheit der Leuchtschirme gewisse Schwierigkeiten entstehen, an Stelle des Leuchtschirmes, der für das Auge sichtbares Licht abgibt, einen Schirm zu verwenden, der zwar photographisch wirksames Licht ausstrahlt (infrarote Strahlung), das aber für das Auge direkt unwirksam ist. Man ist dadurch in der Lage, ohne Verdunkelung Aufnahmen zu machen.

Unter anderem ist von Gottheiner und Jakobsohn über die Fortschritte der Röntgenkinematographie (stumme Filmaufnahmen) in der Fachliteratur bereits näher berichtet worden[2]. Die Anzahl der aufzunehmenden Bilder in 1 s spielt an sich gar keine Rolle, man ist sogar in der Lage, Zeitlupen-Aufnahmen bis zu den höchsten Bildfrequenzen zu machen. Es sei dabei u. a. auf das DRP. Nr. 506 777 — Verfahren zur Herstellung röntgenkinematographischer Aufnahmen — von C. H. F. Müller (Hamburg) hingewiesen. Praktisch sind jedoch die Aufnahmen in den ersten beiden Prinzipfilmen mit 12 Bildern/s aufgenommen und dann erst in der optischen Kopie auf 24 Bilder/s gebracht worden, um auf die international festgelegte Normalgeschwindigkeit zu kommen. Die größte Schwierigkeit liegt bei der akustischen Aufzeichnung und der damit zusammenhängenden Synchronisierung. F. M. Groedel, der besonders stark auf diesem Gebiet gearbeitet hat, berichtet über einen Teil der auftretenden Schwierigkeiten[3]. Bei der damals benutzten und für den Zweck auch ausreichenden Apparatur war die Beseitigung der Störungen, die sich unangenehm bemerkbar machten, verhältnismäßig leicht. Bei der Anwendung der empfindlichen Verstärker, Mikrophone und Abtaster, letztere zur Aufnahme des Herztones, des Lungengeräusches und dergleichen, ist die Störungsanfälligkeit der Gesamtapparatur wesentlich größer. Im besonderen war die direkte Aufnahme der Körpergeräusche äußerst schwierig.

[1] Vgl. Schittenhelm, Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. I, S. 541. Verlag von Julius Springer, Berlin 1924.

[2] Gottheiner u. Jakobsohn, Kinotechn. Bd. 12, S. 336 (1930).

[3] Wie Fußnote 1, S. 538.

Digitized by Google

Der Synchronismus des Tones zum Bild kann bei den bekannten Bildtonfilmen durch Übereinstimmung gewisser bildlicher Bewegungsphasen mit dem Ton festgestellt werden. Bei Röntgenbildtonfilmen ist das bekannte Verfahren nicht anwendbar, weil bei der Tonaufzeichnung von Lauten innerhalb oder außerhalb des Körpers durch Mikrophone oder Abtaster und bei der dazu gehörigen Bildaufnahme der zu beobachtenden Körperteile oder Organe nicht vorauszusehen ist, welche Stellung diese im Bild haben müssen, die beim gleichen Versuchsobjekt jeweils eine andere sein kann. Hieraus ergibt sich, daß eine Übereinstimmung von Ton und Bild nicht ohne weiteres möglich ist. Man ist in der Lage, ungefähr eine Einstellung nach Gefühl vorzunehmen. Bei der ungeheuren Wichtigkeit des absoluten Synchronismus des Filmes ist es jedoch unmöglich, sich auf ein derartiges unzuverlässiges Verfahren einzulassen. Der Weg für die Behebung dieser Schwierigkeit ist durch das DRP. Nr. 562353 des Verfassers angegeben und besagt folgendes:

Bei Röntgenbild-Tonfilmaufnahmen treten gewisse Störfrequenzen auf, die im Sprachbereich liegen und die sich zunächst bei der Tonaufzeichnung in der Weise äußern, daß ein Störspiegel den ganzen Tonaufzeichnungsbereich bedeckt. Diese Störungen kommen teils aus der Röntgenanlage an sich (Gleichrichter, Transformator u. dgl.), teils durch die Röntgenstrahlen selbst. Die Störungen, die vom Gleichrichter, Transformator u. dgl. kommen, lassen sich durch Anwendung geeigneter Störbefreiungsmittel an der Störquelle beseitigen; die Störungen durch die Röntgenstrahlen lassen sich sehr schwer an der Störquelle, leichter jedoch an der Tonaufzeichnungsanlage beseitigen lassen. Dort lassen sich die Stärke und die Höhe der Störfrequenz in weiten Grenzen regeln.

Die Aufnahme eines Röntgenbildtonfilms erfolgt in der Weise, daß in bekannter Weise eine synchron mit dem Tongerät laufende Bildaufnahmekamera in Gang gesetzt wird, bevor die Röntgenbestrahlung des aufzunehmenden Objekts einsetzt. Gleichzeitig mit der Bildkamera setzt das Tonaufzeichnungsgerät ein. Beim Einschalten des Röntgenstrahls wird das erste Bild sichtbar, gleichzeitig entsteht erfindungsgemäß bei der Tonaufzeichnung eine Nebenfrequenz (Störfrequenz), deren Tonhöhe sich so legen läßt, daß sie bei der Wiedergabe nicht stört. Unabhängig von der Nebenfrequenz läuft die Tonaufzeichnung. Bildbeginn und Beginn der Nebenfrequenz sind alsdann in Übereinstimmung zu bringen, wodurch der Synchronismus von Bild und Ton erreicht ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es gelungen ist, in einwandfreier Weise durch die Schaffung des Röntgenbildtonfilmes wissenschaftliche Beobachtungen von den verschiedensten Gesichtspunkten aus durchzuführen, die sich aus den Möglichkeiten der Aufnahmen an sich ergeben. Es läßt sich mit Sicherheit sagen, daß neue Wege der Sprach- und Gesangsphysiologie, wenn nicht sogar der Weg, gefunden sind.

Die allgemeine graphische Kostenauflösung bei der Durchschnittskalkulation.

Von Dr.-Ing., Dr. jur. **Max Wolf**, Berlin.

Übersicht. Die graphische Kostenauflösung, welche an einem einfachen Beispiel aus der Elektrizitätswirtschaft in Form einer Übertragung erläutert wird, läßt sich generell für jeden Produktionsprozeß anwenden, dessen Verbrauchs- und Kostencharakteristiken bekannt sind. Die Zahl der Verteilungstufen und der Kostenstellen wird zwar das Verfahren erschweren, aber grundsätzlich nicht ändern können. Ebenso wird man u. U. auch andere Beziehungsgrößen als die gewählten anwenden. Es gilt nur für die Berechnung von Gesamt- und Gesamtdurchschnittskosten, während für die Verteilung der Kosten auf die einzelnen Kostenträger andere Gesichtspunkte und Methoden maßgebend sind. Die zum Teil aus zeichnerischen Gründen getroffenen Annahmen wurden im Interesse der besseren Darstellungsmöglichkeit gewählt. Sie entsprechen daher nicht praktischen Verhältnissen.

Arten der Kosten.

Jeder Produktionsprozeß ist mit Kosten behaftet, die einmal durch den Güter- und Energieverzehr jeder Art entstehen, den die Nutzerzeugung selbst bedingt, und durch die bei jedem Prozeß auftretenden Verluste. Die ersten nennen wir die Kosten der Nutzerzeugung, die letzten die Verlustkosten. Sowohl die Verlust- als auch die Nutzerzeugungskosten können leistungs- und arbeitsabhängig sein.

Während die festen Kosten der Nutzerzeugung von dem Durchsatz unbeeinflußt bleiben und im wesentlichen durch die Kapazität der Anlagen und die Kalenderzeit bedingt sind, folgen die veränderlichen Kosten einer Gesetzmäßigkeit, die von der Degression zur Proportionalität und zur Progression hinüberwechseln kann. Kompliziert werden diese Verhältnisse noch durch solche Kosten, die sprunghaft abhängig sind von dem Einsatz der Betriebsmittel — Sprungkosten. Sie sind als feste, auf die Betriebszeiten der einzelnen Produktionsmittel abgestellte Kosten anzusehen. Sie lassen sich durch die von der Betriebswirtschaftslehre entwickelten Verfahren nach Schlüsseln auf die reinen festen und veränderlichen Kosten umlegen. Im folgenden sollen nur diese beiden letzten Kostenarten vorausgesetzt werden.

Die Verlustkosten erfordern sowohl eine Erhöhung der leistungsabhängigen festen Kosten, welche durch die Vergrößerung der Produktionsmittel gegenüber der reinen Nutzerzeugung entstehen, als auch ein Mehrfaches der für die produzierte Einheit zugeführten Einheiten. Die ersteren sollen als Verlustleistungs-, die letzteren als Verlustarbeitskosten bezeichnet werden.

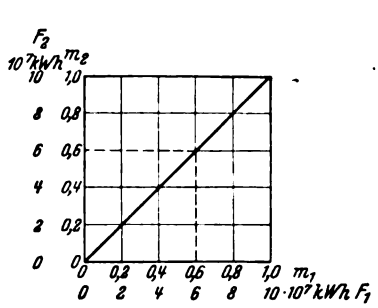


Abb. 1. Die verlustlose Energiewandlung.

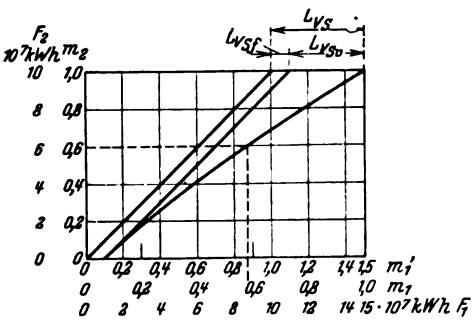


Abb. 2. Arbeits- und Leistungsdiagramm der Energiewandlung mit Verlusten (Verbrauchskurven).

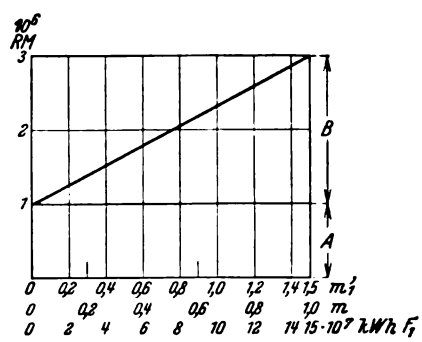


Abb. 3. Die wirtschaftliche Charakteristik.

Je nachdem die Verlustleistungskosten durch die festen Verlustleistungen oder durch die der Maximalproduktion entsprechenden größten Verlustleistungen bedingt sind, hat man die Verlustleistungskosten in feste und veränderliche Verlustleistungskosten zu trennen.

Sind ferner die Verlustarbeitskosten unabhängig von dem Durchsatz an Produktionseinheiten, so

Digitized by Google

heißen sie feste Verlustarbeitskosten, ändern sie sich dagegen in irgendeiner Abhängigkeit von der Produktionsmenge, werden sie im folgenden als veränderliche Verlustarbeitskosten bezeichnet.

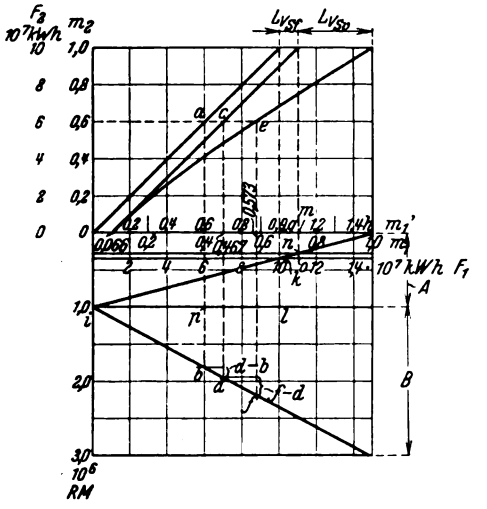


Abb. 4. Aufspaltung der Gesamtkosten der Erzeugerseite ausschließlich Netzkosten.

Erfordern Vertrieb, Transport und Verkauf der Güter noch weitere Kapital- und Betriebskosten, so treten je nach dem Grad der Unterteilung und Verteilung (Kostenstellen) noch feste und veränderliche Kapital- und betriebsbedingte Vertriebs- und Transportkosten hinzu.

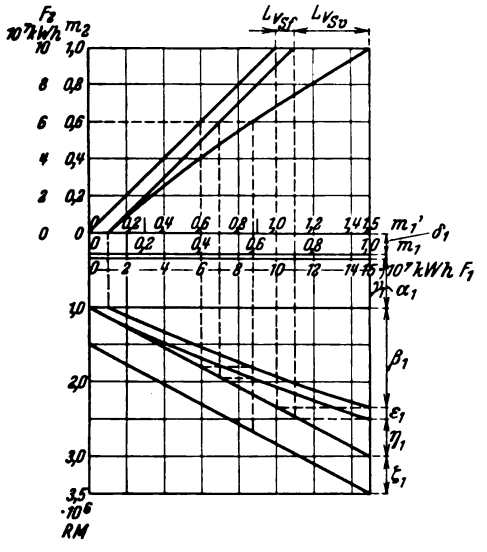


Abb. 5. Darstellung der einzelnen Kostenkurven aus der wirtschaftlichen Charakteristik unter Berücksichtigung von Netzkosten.

Entsprechend dieser Einteilung lassen sich alle Produktionsvorgänge zeit- wie betriebsmittel- bzw. leistungsbedingt darstellen. Auf den Augenblick abgestellt, besteht zunächst eine Abhängigkeit von der jeweiligen Beanspruchung der Betriebsmittel, dem Belastungs- bzw. Ausnutzungsgrad der Anlagen. Betrachtet man dagegen längere Zeiträume, so ergibt der Durchschnitt der Summen aller momentanen Belastungs- oder Ausnutzungsgrade ein Maß für die durchschnittliche Belastung der Gesamtanlage: Belastungs- oder Ausnutzungsfaktor.

In gleicher Weise lassen sich augenblicks- und zeitraumbedingte Kosten feststellen. Aber nur die letzteren sind kalkulatorisch bedeutsam, da nicht nur der Betrieb, sondern auch jede Kostenstelle nicht die Kosten von Augenblickstätigkeiten, sondern die gesamte Tätigkeit innerhalb eines Zeitraumes widerspiegelt. Infolgedessen tritt für die Kalkulation der Belastungs- bzw. Ausnutzungsgrad als Kennziffer gegenüber dem Belastungs- bzw. Ausnutzungsfaktor zurück.

Wie schon erwähnt, kann der Kostencharakter in Abhängigkeit der letzten Beziehungsgrößen degressiv, proportional oder progressiv sein. Seine genaue Feststellung muß von Fall zu Fall erfolgen, doch bietet in vielen Fällen die Annahme der Proportionalität — auf die veränderlichen Kosten abgestellt — bzw. der Degression — auf die Gesamtkosten abgestellt — die beste Annäherung.

Anwendung auf ein Elektrizitätswerk.

Die Anwendung dieser Gedankengänge soll graphisch an den Verbrauchs- und Kostenkurven eines Elektrizitätswerkes erläutert werden.

Die Energieumwandlung im sog. „Erzeugungsprozeß" des Kraftwerkes selbst ist bekanntlich mit Verlusten von ungefähr 70 ··· 80 % behaftet. Von diesen soll bei der folgenden Darstellung abgesehen werden, das Problem wird als eine einfache Übertragung angesehen, welche dem Abnehmer die Energie F_2 kWh zu liefern hat.

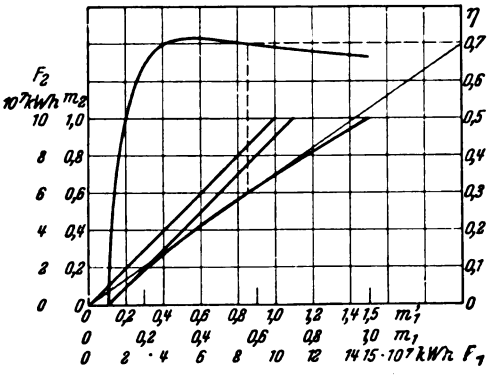


Abb. 6. Graphische Ermittlung der Wirkungsgradkurve aus der Verbrauchskurve.

Würde man die Übertragung (bzw. irgendeine Energiewandlung verlustlos durchführen können, so würde einer abgegebenen Energie F_2 kWh eine zugeführte Energie F_1 kWh in gleicher Höhe entsprechen (Abb. 1). Also z. B. $F_2 = 6 \cdot 10^7$ kWh $= F_1$. Beide können auch durch ihre Belastungsfaktoren $m = \frac{F}{S \cdot T}$ ausgedrückt werden, die in diesem Falle gleich sein würden, nämlich $m_2 = 0{,}6 = m_1$. (Hierin ist S die Spitze in kW und T die Kalenderzeit der untersuchten Zeitperiode in Stunden; im Beispiel ist $S = 11\,416$ kW, $T = 8760$ h.)

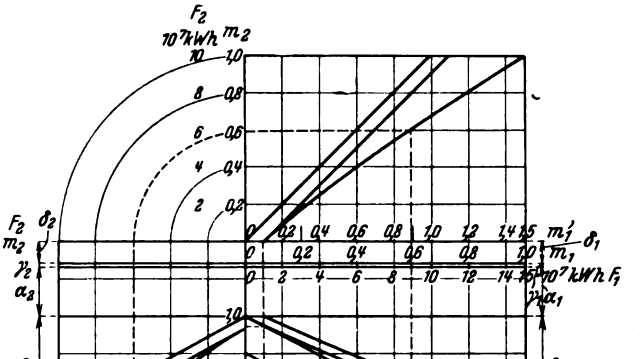


Abb. 7. Darstellung der einzelnen Kostenkurven der Abnehmerseite aus der Erzeugerseite.

Da eine Energiewandlung und der Transport elektrischer Arbeit auf einer Freileitung nicht verlustlos erfolgen, ist eine Energie $F_1 > F_2$ zuzuführen, die sich ein-

Digitized by Google

mal aus der nutzbar abgegebenen Energie $F_1 = F_2$ und den festen und veränderlichen Verlustarbeiten zusammensetzt (Abb. 2).

Die festen Verlustarbeiten sollen hier bei jedem Belastungsfaktor als eine konstante Größe angenommen werden und $1 \cdot 10^7$ kWh betragen, während für die veränderlichen Verlustarbeiten noch eine Beziehung zu ermitteln ist.

Die Momentanwerte der veränderlichen Verluste sind zwar quadratisch, der Mittelwert aller dieser Werte für den für den Belastungsfaktor maßgebenden Zeitraum liegt dagegen zwischen einer quadratischen und einer linearen Abhängigkeit und ist bei einer Übertragung durch den Wert des Arbeitsverlustfaktors ϑ festgelegt[1].

bzw. $m_1' = 1{,}5$ und der nutzbar abgegebenen Maximalleistung anderseits. Im vorliegenden Falle besagt also die Darstellung, daß das Kraftwerk infolge der Verlustleistung um 50 % größer auszubauen ist. Die primärseitig auftretende Spitzenleistung wäre also $11\,416 \cdot 1{,}5 = 17\,123$ kW und die installierten Leistungen entsprechend der notwendigen Reservehaltung noch höher. (Die Möglichkeit, Leistungen und Arbeiten in einem Diagramm darstellen zu können, beruht auf der Reduktion der Maßstäbe.)

Diese Wandlungsverluste wirken sich demnach in den schon erwähnten Richtungen auf die Kosten aus. Ihre Anteile und die der Nutzerzeugung an den Gesamtkosten

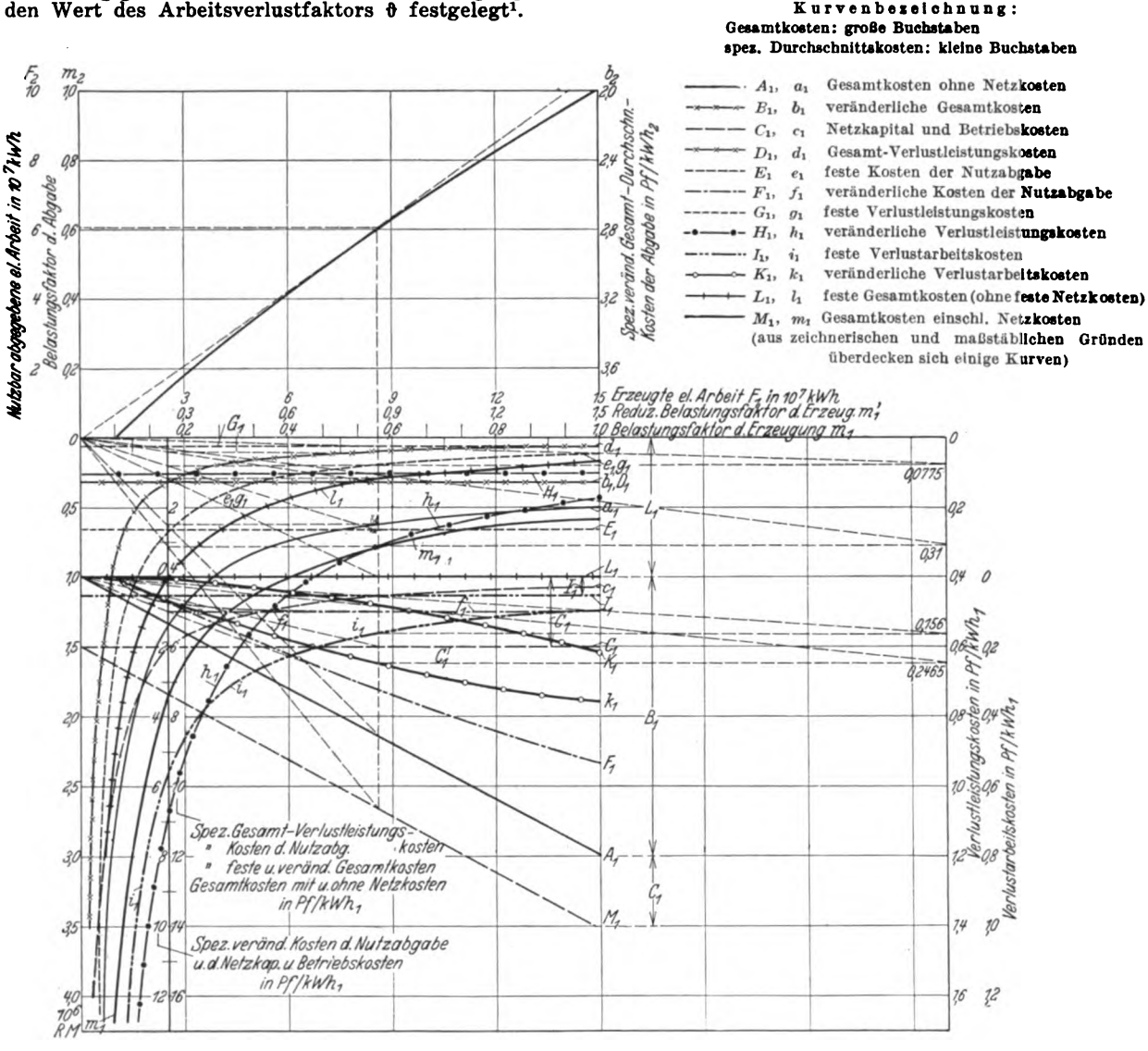


Abb. 8. Diagramm der Gesamtkosten und spezifischen Kosten der Erzeugerseite.

Die veränderlichen Verluste als Funktion des Belastungsfaktors ergeben sich damit zu $F V_v = R I_{S_2}^2 T \vartheta_2 = L V_{S_v} T \vartheta_2$. [Hierin ist $L V_{S_v}$ die maximale Kupferverlustleistung in kW und ϑ_2 der Arbeitsverlustfaktor, der für $m_2 = 0{,}6$ bei der Annahme reines Wirkstromes $\vartheta_2 = 0{,}4$ ist (eine Annahme, die nur zur Vereinfachung erfolgt)].

Aus dem Diagramm folgt aber noch ferner, daß die Erhöhung der zugeführten Energien nur durch Steigerung der Leistung der Produktionsmittel, u. zw. um die Verlustleistungen $L V_S$ möglich ist. Ihre Größe ergibt sich einmal aus dem reduzierten Belastungsfaktor m_1' der Erzeugung, der bei der maximal zugeführten Energie F_1 $m_1' = 1{,}5$ beträgt — die Verlustleistung beträgt also in diesem Falle 50 % (eine Annahme, die aus rein zeichnerischen Gründen erfolgte) —, bzw. aus dem Vergleich der Differenz der Maximalleistungen bei $m_2 = 1$ und $m_1 = 1$ und Gesamtdurchschnittskosten lassen sich graphisch darstellen, sofern die Charakteristik der Gesamterzeugungskosten bekannt ist.

Die Erzeugungskosten-Charakteristik.

Zahlreiche Untersuchungen in Kraftwerken haben die oft getroffene Annahme einer linearen Erzeugungskosten-Charakteristik bestätigt (Abb. 3). Diese sogenannte „wirtschaftliche Charakteristik" (K l i n g e n b e r g) schneidet auf der Ordinate die festen Kosten A ab, die sich im vorliegenden Falle zu $1 \cdot 10^6$ RM ergeben.

Ihre Steigung ergibt sich aus dem Quotienten der maximalen veränderlichen Kosten ($B = 2 \cdot 10^6$ RM) bei $m_1 = 1$ und der Maximalarbeit $F_{1\max} = 15 \cdot 10^7$ kWh in gleichen Maßeinheiten ausgedrückt.

Die Genauigkeit dieser Darstellung bleibt aber nur auf einen gewissen Bereich beschränkt, der durch die praktisch festgestellten Punkte begrenzt ist. In diesem

[1] ETZ 1931, S. 1265; 1932, S. 1005.

Digitized by Google

Bereich gilt die Charakteristik unbedenklich. Bei einer Extrapolation ist dagegen Vorsicht geboten, insbesondere hinsichtlich der festen Kosten A, da im Bereich der niedrigen Belastungsfaktoren sich oft eine Kostendegression bemerkbar macht, welche sich in einer Erhöhung der festen Kosten auswirkt. Erklärlich ist diese Erscheinung dadurch, daß die wirtschaftliche Charakteristik die durch die Sprungkosten verursachten Kosteneinflüsse zu einem gewissen Teil vernachlässigt.

Da die wirtschaftliche Charakteristik des Kraftwerkes sämtliche Erzeugungskosten enthält, soweit sie nicht durch das Netzkapital und den Netzbetrieb bedingt sind, sind in ihr also nicht nur die Kosten für die reine Nutzabgabe, sondern auch für sämtliche Verlustkosten enthalten. Aus der Verbindung der Charakteristik der Abb. 2 und der wirtschaftlichen Charakteristik Abb. 3 läßt sich daher die graphische Kostentrennung durchführen.

Wir gehen wieder von der reinen Nutzabgabe und ihren Kosten aus (Abb. 4).

Kurvenbezeichnung:

a_1 Gesamtkosten
b_1 veränderliche Gesamtkosten
c_1 Netzkapital- und -Betriebskosten
d_1 Gesamt-Verlustleistungskosten
e_1 feste Kosten der Nutzabgabe
f_1 veränderliche Kosten d. Nutzabgabe
g_1 feste Verlustleistungskosten
h_2 veränderliche Verlustleistungskosten
i_2 feste Verlustarbeitskosten
k_2 veränderliche Verlustarbeitskosten
l_2 feste Gesamtkosten (ohne feste Netzkosten)
m_2 Gesamtkosten einschließlich Netzkosten

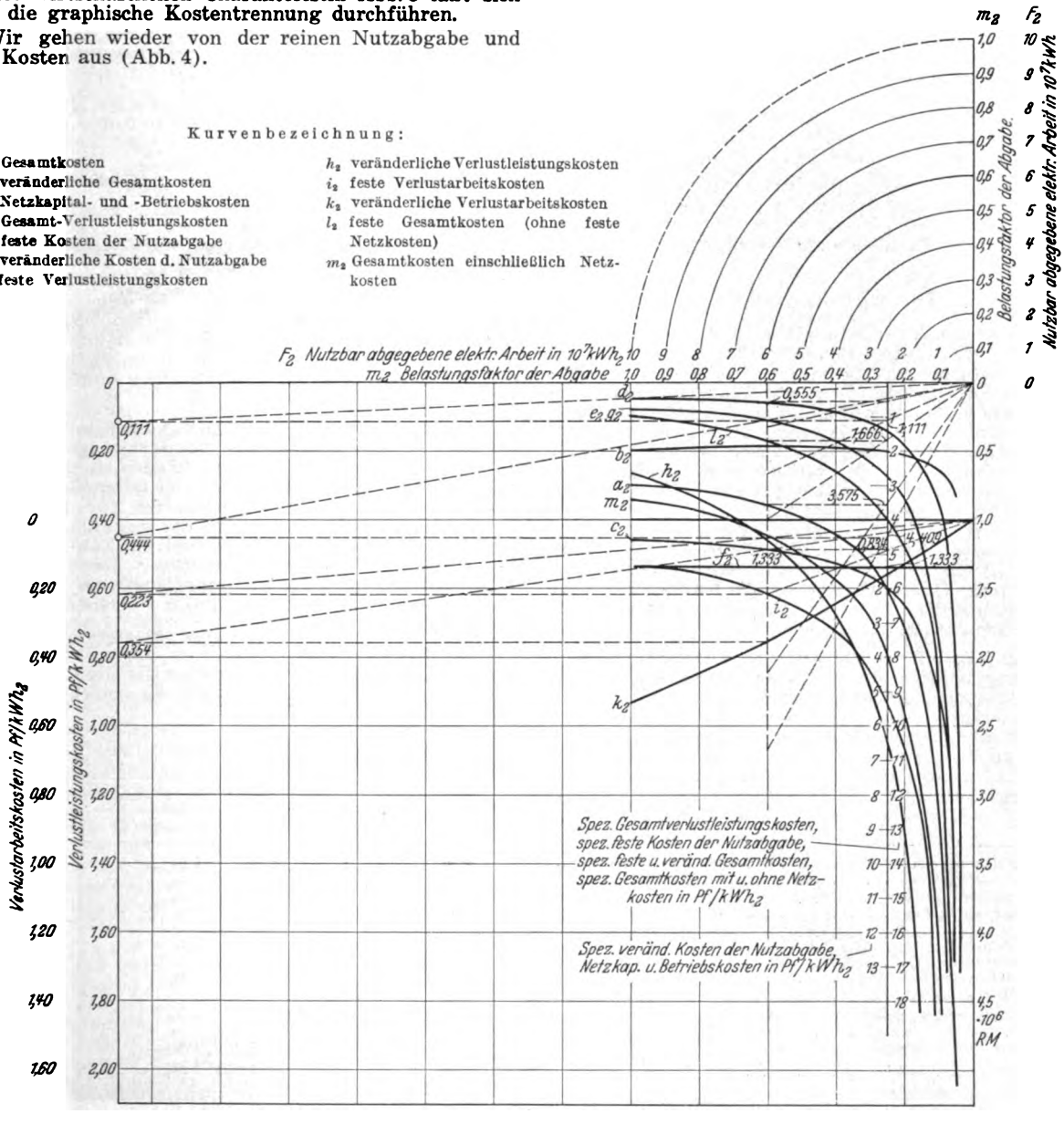


Abb. 9. Diagramm der spezifischen Kosten der Abnehmerseite.

Die Aufspaltung der Gesamtkosten der Erzeugerseite.

Der reinen Nutzabgabe bei einem Belastungsfaktor von z. B. $m_2 = 0{,}6$ entspricht bei verlustloser Energiewandlung ein Belastungsfaktor der Erzeugung von $m_1' = 0{,}6$ bzw. $m_1 = 0{,}4$ bzw. einer Abgabe von $6{,}0 \cdot 10^7$ kWh entsprechen $6{,}0 \cdot 10^7$ zugeführte kWh (Punkt a) Abb. 4. Die zugehörigen Kosten der Erzeugung ergeben sich ohne weiteres aus der wirtschaftlichen Charakteristik für $m_1 = 0{,}4$ (Punkt b) zu $1{,}8 \cdot 10^6$ RM.

Da nach Annahme bei der Übertragung feste Verluste in Höhe von $1{,}0 \cdot 10^7$ kWh auftreten, entspricht einem Belastungsfaktor von $m_2 = 0$ schon eine Belastung des Werkes von $m_1 = 0{,}066$, die durch die Verluste für die Unterspannunghaltung des Netzes bedingt ist. Für $m_2 = 0{,}6$ sind also nicht $6{,}0 \cdot 10^7$, sondern einschließlich der festen Verluste $7{,}0 \cdot 10^7$ aufzuwenden (Punkt c), was einem Belastungsfaktor $m_1 = 0{,}467$ und entsprechenden Kosten der wirtschaftlichen Charakteristik entspricht (Punkt $d = 1{,}934 \cdot 10^6$ RM). Da b die Kosten der reinen Nutzabgabe waren, entspricht die Strecke d—b den für die feste Verlustarbeit aufzuwendenden Kosten; sie betragen also 134 000 RM.

Entsprechend findet sich auch die Erhöhung der Verluste aus der Verbrauchs-Charakteristik für die veränderlichen Verluste, wobei die Strecke c—e gleich $L v_{S_v} T \vartheta_2$

Jetzt lassen sich auch die Kosten der Verlustleistung ermitteln. Die Verlustleistung ist im vorliegenden Fall nach den gemachten zeichnerischen Annahmen 50 % der Nutzleistung und proportional der Strecke g—h. Es ergeben sich daher die Verlustleistungskosten, wenn man h mit i verbindet. Der Schnitt h—i mit g—l gibt die

Digitized by Google

Kosten g—k der Verlustleistung zu 333 000 RM. Die Parallele im Abstand Lv_{S_f} zu g—l schneidet k—h in n. Dann sind n—o die Kosten der festen Verlustleistung mit 66 600 RM und m—n die der maximalen veränderlichen Verlustleistungskosten mit 266 700 RM. Die Strecke k—l entspricht den festen Kosten der reinen Nutzabgabe mit 666 700 RM und b—p den veränderlichen Kosten der reinen Nutzabgabe (800 000 RM).

Führt man diese Aufteilung für jeden Belastungsfall durch, so ergeben sich (Abb. 5) Kurven der festen (α_1) und veränderlichen Kosten (β_1) der reinen Nutzabgabe, die festen (γ_1) und veränderlichen (δ_1) Verlustleistungskosten und die festen (ε_1) und veränderlichen Verlustarbeitskosten (η_1).

Diese Darstellung zeigt, daß infolge der sich nach irgendeiner Funktion ändernden Verbrauchs-Charakteristik bei der Annahme einer geradlinien Erzeugungskosten-Charakteristik die veränderlichen Kosten der reinen Nutzabgabe (β_1) eine Kostendegression aufweisen. In dem Maße wie die Gesamtkosten-Charakteristik progressiven Charakter annehmen würde, würden die veränderlichen Kosten mehr und mehr proportionaler Natur werden, um eventuell selbst progressiv werden zu können.

Sind für die Übertragung selbst noch Kosten für Kapitaldienst und Betrieb erforderlich, so überlagern sich diese, sofern sie — was meistens der Fall sein dürfte — fest sind, mit einer Parallelen zur Erzeugungskosten-Charakteristik (ζ_1).

Der Wirkungsgrad.

Bisher waren nur die Gesamtkosten der Erzeugerseite aufgespalten. Da es aber für jeden Produzenten darauf ankommen muß, die Kosten seines Produktes beim Abnehmer zu erfassen, weil Vertrieb, Transport und Verluste die Ware verteuert haben, ist zunächst festzustellen, in welchem Maße diese Verteuerung eingetreten ist. Ein solches Maß für die Verteuerung durch die Verluste gibt im vorliegenden Falle der Wirkungsgrad, welcher der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll, wenn er auch für die folgenden Untersuchungen von geringerer Bedeutung ist. Er ist das Verhältnis der abgegebenen zur zugeführten Energie, also F_2/F_1. Er ergibt sich für jeden Belastungsfall am schnellsten, wenn man durch den Koordinatenanfang Fahrstrahlen durch die Kurve $F_2 = f(F_1)$ legt (Abb. 6) und eine Skala im geeigneten Abstande mit entsprechenden Maßstäben versieht.

Würden jetzt alle aufgespaltenen Erzeugungskosten durch die zugehörigen Wirkungsgrade geteilt, so würde man die Kosten beim Abnehmer erhalten.

Die Aufspaltung der Durchschnittskosten der Erzeugerseite.

Bekanntlich erhält man die Durchschnittskosten, wenn man die Gesamtkosten durch die Zahl der produzierten Einheiten teilt. Es ändert aber an dem Wert der Gesamtdurchschnittskosten nichts, wenn man auch die aufgespaltenen Gesamtkostenglieder jeweils durch die Zahl der produzierten Einheiten teilt und die so erhaltenen Durchschnittswerte wieder zum Gesamtdurchschnittswert addiert. In der eben geschilderten graphischen Kostenaufspaltung bietet sich ein Mittel, auch die Gesamt- und Einzeldurchschnittskosten zu erfassen.

In der graphischen Darstellung ermittelt man die Durchschnittskosten, indem man durch den Koordinatenanfang bzw. den Endpunkt der Gesamtkosten-Charakteristik Fahrstrahlen durch die betreffenden Gesamtkostenkurven zieht, welche auf geeigneten Skalen die entsprechenden Durchschnittskosten angeben. Diese Konstruktion beruht auf dem Proportionalitätssatz.

Abb. 8 zeigt die Konstruktion dieser Durchschnittskosten. Bei den Verlustleistungskosten und den Verlustarbeitskosten ist dabei noch eine Umzeichnung und Vergrößerung der Maßstäbe zweckmäßig. Ebenso sind die Koordinatenanfangspunkte aus dem gleichen Grunde oftmals zu verlagern.

Die Aufspaltung der Durchschnittskosten der Abnehmerseite.

Auch die Durchschnittskosten der Abnehmerseite lassen sich in der gleichen Weise ermitteln. Nur die spezifischen veränderlichen Kosten der Gesamterzeugung wurden, um auch diese Möglichkeit zu zeigen, mittels einer reziproken Teilung im ersten Quadranten festgestellt (Abb. 8 und 9).

Selbstverständlich muß die graphische Darstellung zu gleichen Ergebnissen wie die Rechnung führen. Um jene daher besser verfolgen zu können, folgt in Zahlentafel 1 eine Übersicht über die ermittelten Gesamtkostengruppen und die Durchschnittskosten für den Fall der Erzeugung und der Abgabe für das gewählte Rechnungsbeispiel. In den Abb. 8 und 9 sind die Zahlen, soweit es der Platz zuließ, an den Maßstäben hervorgehoben, so daß man, weil auch die Konstruktionslinien eingezeichnet sind, die zugehörigen Kurvenpunkte verfolgen kann.

Nur aus Gründen der Platzersparnis sind alle Kurven der Erzeugerseite in Abb. 8 in einem Diagramm wiedergegeben; schon in Abb. 9 fehlen die Gesamtkosten, um einen besseren Überblick zu geben. Es empfiehlt sich aber,

Zahlentafel 1.

		Gesamtkosten			Kosten je kWh der Erzeugung				Kosten je kWh der Abgabe			
		RM	RM	RM		Pf	Pf	Pf		Pf	Pf	Pf
veränderliche Verlustleistungskosten	H	266 700			h_1	0,31			h_2	0,444		
feste Verlustleistungskosten	G	66 600			g_1	0,0775			g_2	0,111		
gesamte Verlustleistungskosten	D		333 300		d_1		0,3875		d_2		0,555	
feste Kosten der Nutzabgabe	E		666 700		e_1		0,775		e_2		0,111	
gesamte feste Kosten	L			1 000 000	l_1			1,1625	l_2			1,666
veränderliche Kosten der Nutzabgabe	F		800 000		f_1		0,931		f_2		1,332	
feste Verlustarbeitskosten	J		134 000		i_1		0,156		f_2		0,223	
veränderliche Verlustarbeitskosten	K		212 000		k_1		0,2465		k_2		0,354	
gesamte veränderliche Kosten	B			1 146 000	b_1			1,3335	b_2			1,909
gesamte feste und veränderl. Kosten ausschl. Netzkosten	A			2 146 000	a_1			2,4960	a_2			3,575
Netzkapital- und Betriebskosten	C			500 000	e_1			0,582	c_2			0,834
gesamte Kosten einschl. Netzkosten	M			2 646 000	m_1			3,078	m_2			4,409

Die Aufspaltung der Gesamtkosten der Abnehmerseite.

Graphisch läßt sich die Aufspaltung der Gesamtkosten der Abnehmerseite wesentlich einfacher durchführen (Abb. 7). Durch Umklappen der Ordinaten F_2 um 90° und Feststellung der zugehörigen Werte der Erzeugungs-Charakteristik nach Konstruktion erhält man die aufgespaltenen Gesamtkosten der Abnehmerseite. Dabei erhalten jetzt die veränderlichen Kosten der Nutzabgabe lineare, die Gesamtkosten progressive Tendenz.

für jede Konstruktion ein besonderes Blatt und eine möglichst große Darstellung zu wählen.

Kritik der Formen der aufgespaltenen Kostenkurven.

Irgendwelche Rückschlüsse allgemeinerer Art aus den graphisch ermittelten Kurvenformen zu ziehen, wäre verfehlt. Die hier gezeigten Kurvenformen sind durch die gemachten Annahmen bedingt. Jede Änderung der Voraussetzungen muß daher von Einfluß auf die Kurvenformen werden. Eine Diskussion erübrigt sich daher.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die doppelt verkettete Streuung und das Übersetzungsverhältnis bei Einphasen-Kommutatormotoren. — Die Ursache der Entstehung der doppelt verketteten Streuung ist bekanntlich die verschiedene Verkettung des primären und sekundären Wicklungssystemes mit dem Hauptfluß. Da bei den elektrischen Maschinen die Verteilung der Spulen am Stator- und Rotorumfange fast immer verschieden ist, sind diese ein sehr gutes Beispiel für die doppelt verkettete Streuung. Bei allen Wechselstrom- und Drehstrommaschinen ist diese doppelt verkettete Streuung keine konstante Größe, da sie von der jeweiligen Stellung der Achsen der Wicklungen und der Nuten abhängt. Sieht man von der Komplikation durch die Zahnfelder ab, indem man sich die Wicklung des Rotors am Umfang fein verteilt denkt, dann haben die Kommutatormotoren die Eigenschaft, daß auch beim umlaufenden Anker der Rotor und der genutete Stator im Raume feststehende Feldkurven aufweisen. Unter dieser Annahme kann man die doppelt verkettete Streuung berechnen, und dabei stellt sich heraus, daß die Übersetzungsverhältnisse Stator—Rotor und Rotor—Stator verschieden sind! Die Ursache dieser Ungleichheit ist eben die doppelt verkettete Streuung, und wenn diese verschwindet, sind auch die Übersetzungsverhältnisse gleich (z. B. beim Déri-Motor und Statorzerlegung, wenn der Stator auch voll bewickelt ist).

Anlehnend an die Berechnungsweise von Arnold[1] wurden die Übersetzungsverhältnisse und die Streukoeffizienten der doppelt verketteten Streuung für die Einphasen-Kommutatormotoren, also für den Anker mit einem und doppeltem Bürstensatz bei Berücksichtigung der Zerlegung des Rotor- bzw. des Statorfeldes, berechnet. (J. Herschdörfer, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 7, S. 503.)

Getriebeloser Synchron-Kleinmotor für Uhren. — T. R. Watts beschreibt einen von W. Chubb (Westinghouse El. Co.) erfundenen Synchron-Kleinmotor, bei dem eine Reduktion der synchronen Drehzahl ohne Übersetzungsräder in mehreren Stufen erfolgt, derart, daß beliebig niedrige mechanische Umlaufgeschwindigkeiten erzielt werden können. Der neue Motor wird als „Vernier" bezeichnet und arbeitet folgendermaßen:

Der Stator S_1 (Abb. 1) ist ein Ring aus lamelliertem Blech mit 118 Zähnen am inneren Umfang. Er trägt eine zweipolige Einphasenwicklung, die mittels einer Hilfsphase (Schaltung mit Kondensator) ein Drehfeld erzeugt, das sich über die Zähne mit einer Geschwindigkeit von 60 U/s bewegt (Frequenz 60 Hz). Der Rotor R_1 ist ein massiver Eisenring, der auf der Außenseite 120 Zähne trägt. Wenn sich an einer Stelle ein Statorzahn und ein Rotorzahn gegenüberstehen, steht an der um 180° entgegengesetzten Stelle ein Statorzahn gerade vor der Rotorlücke. Der Fluß geht diametral durch den Rotor auf dem Wege des kleinsten magnetischen Widerstandes. Wenn der Fluß um 45° fortschreitet, bewegt sich R_1 nur um ¼ Zahnbreite, weil sich dann der Weg des kleinsten Widerstandes auch um 45° gedreht hat. Bei einer ganzen Umdrehung des Flusses schreitet R_1 um zwei Zähne fort. Es gilt die Beziehung:

$$\text{Rotordrehzahl je min} = \frac{T_r - T_s}{T_r} \text{mal Felddrehzahl je min}$$

wobei bedeuten T_r Zähnezahl des Rotors,
T_s Zähnezahl des Stators.

Im vorliegenden Fall ergeben sich 60 U/min für R_1. Der Fluß durchsetzt R_1 und den folgenden zweiten lamellierten Rotor R_2. R_1 hat am inneren Umfang 122 Zähne, R_2 hat außen 120 Zähne. R_1 dient nun als Stator für R_2. Somit ist die Relativgeschwindigkeit von R_2 gegenüber R_1: $\frac{120-122}{120} \cdot (3600-60) = -59$ U/min. R_2 läuft also rückwärts mit 59 U/min gegenüber R_1, macht daher 1 U/min vorwärts. Mit R_2 ist der Sekundenzeiger verbunden. R_2 trägt nun auf der Innenseite die Dauermagnete M_1, die, ein neues Drehfeld erzeugend, um einen Micarta-Ring S_2 laufen, in den 118 Eisenstifte eingesetzt sind. S_2 dient als zweiter Stator mit 118 Zähnen für den Rotor R_3, der außen 120 Zähne hat. R_3 macht daher 1 U/h und trägt den Minutenzeiger. Mit R_3 laufen nun wieder die Dauermagnete M_2 um, die um einen Messingring S_3 rotieren, in den 22 Eisenstifte eingesetzt sind. Er dient als dritter Stator für einen 24zähnigen Rotor R_4, der 1 U in 12 h macht und den Stundenzeiger trägt. Als Vorteile werden erwähnt:

Ruhiger Lauf, gleichmäßiges Drehmoment, keine Schwungmassen erforderlich.

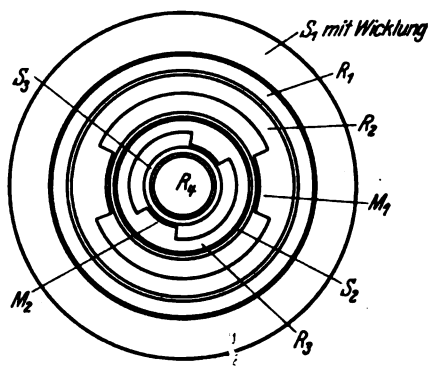


Abb. 1. Getriebeloser Synchron-Kleinmotor.

Das Versuchsmodell lief nicht selbst an. Jedoch soll R_1 ohne Schwierigkeiten selbst anlaufend gemacht werden können mittels Sekundärströmen oder mittels einer Käfigankerwicklung. Die anderen Rotoren folgen dann mit. Die Lagerung der verschiedenen konzentrischen Läufer und das sicher sehr kleine Drehmoment dürften bei der praktischen Ausführung vielleicht Schwierigkeiten bereiten. (T. R. Watts, Electr. Wld., N. Y., Bd. 99, S. 784.)

Be.

Apparate.

Löschkammer-Ölschalter. — Die General Electric Company bringt unter der Bezeichnung „Oil-blast circuit blaker" einen verbesserten Löschkammer-Ölschalter auf den Markt, dessen Entwicklung die folgende von Prince und Skeats vertretene Anschauung über den Löschvorgang zugrunde lag. Bei den bekannten Hochleistungsschaltern hat die Lichtbogenstrecke zur Zeit der Unterbrechung eine dielektrische Festigkeit von etwa 1 kV/cm beim gewöhnlichen Schalter, bis zu 6 kV/cm beim normalen Löschkammerschalter. Sauberes Öl hat eine Festigkeit von 80 kV/cm bei 50 Hz bzw. von 240 kV/cm bei Spannungstößen. Die Einführung einer entsprechenden Menge flüssigen Öles zwischen die Elektroden beim Stromnulldurchgang enthält somit die Möglichkeit großer Verbesserungen gegenüber anderen Unterbrechungsmethoden. Wie eine kurze Rechnung zeigt, ist es auch ohne weiteres möglich, das Öl mit der hinsichtlich der Spannungswiederkehr erforderlichen Geschwindigkeit zwischen die Kontakte zu leiten.

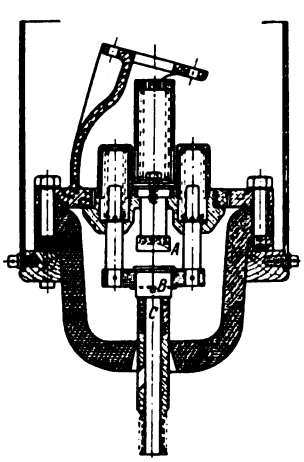


Abb. 2. Oil-blast-Löschkammer eines 100 kV-Schalters.

Auch bei der gewöhnlichen Löschkammer wird durch die heftige Strömung der Schaltgase flüssiges Öl in die Öffnung der Löschkammer gepreßt. Um diesen Effekt noch wirksamer zu gestalten, wurde die in Abb. 2 gezeigte Löschkammer entwickelt. Sie enthält einen oberen scheibenförmigen Kontakt A, ein mit „floating-contact" be-

[1] E. Arnold, Die Wechselstromtechnik Bd. 5, Teil II Verlag Julius Springer, Berlin 1923.

Digitized by Google

zeichnetes Zwischenkontaktstück *B* und einen Hohlkontakt *C*. Wenn der Schalter ausgelöst ist, bewegen sich zunächst die Kontakte *B* und *C* nach unten und ziehen so einen Lichtbogen zwischen Kontakt *A* und *B* (Abb. 3 a). Dieser Lichtbogen bildet Gase und setzt das Öl in der Löschkammer unter einen Druck, der sich nur schwer ausgleichen kann, bevor Kontakt *B* seine Endstellung erreicht hat. Die zweite Unterbrechung erfolgt dann zwischen den Kontakten *B* und *C* (Abb. 3 b). Während der bestehenden Halbwelle des Stromes fließt das Öl zunächst längs des Lichtbogens nach der Löschkammeröffnung, ohne sich mit den Schaltgasen zu mischen. Sobald jedoch der Strom durch Null geht, werden die Lichtbogengase durch eine glatte flüssige Ölwand verdrängt, deren dielektrische Festigkeit weder durch Verrußung, noch durch eingeschlossene ionisierte Gase beeinträchtigt ist (Abb. 3 c).

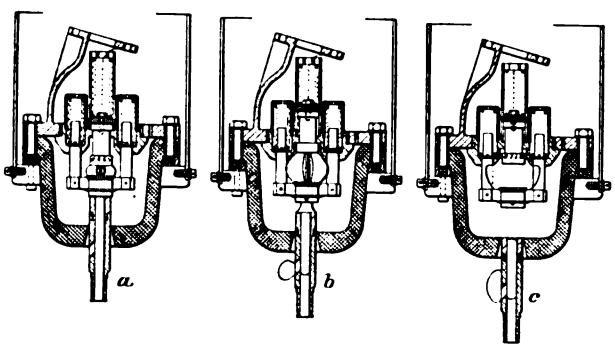


Abb. 3. Gasblase während des Unterbrechungsvorgangs beim Oil-blast-Schalter.

Diese Anordnung weist verschiedene Vorteile auf. Zunächst ist es möglich, die Lichtbogenlänge bei Mittelspannungen von einem Maß, welches etwa der Länge der Löschkammer entsprach, auf 2 ··· 3 cm je Unterbrechungsstelle zu reduzieren. Bei gegebener Kontaktgeschwindigkeit werden die Lichtbogendauer, die Kurzschlußdauer und die Schaltarbeit ebenfalls dementsprechend geringer. Geringere mechanische Beanspruchung bei gleicher Abschaltleistung oder höhere Abschaltleistung bei gleicher mechanischer Beanspruchung des Schalters sind die Folgen. Wegen der kleineren Lichtbogendauer wird der Kontaktabbrand wesentlich verringert, die Lebensdauer der Kontakte und des Öles größer. Da beide Lichtbögen von festem Isoliermaterial ferngehalten sind, ist auch eine Beschädigung dieser Teile vermieden. Beides führt dazu, daß das Ausbauen und Nachsehen der Schalter nur in größeren Zeitabständen erforderlich ist. Umfangreiche Versuche mit derartigen Schaltern bis zu 130 kV Betriebspannung haben gezeigt, daß die erwarteten technischen und wirtschaftlichen Vorteile tatsächlich in hohem Maße eintraten. So ging z. B. bei Versuchen mit 44 kV die Lichtbogenlänge von 10 ··· 20 cm bei gewöhnlichen Löschkammerschaltern auf 1 ··· 6 cm zurück. Die kleinste bei 130 kV erreichte Lichtbogendauer betrug nur 4,5 Halbperioden bei einer Lichtbogenlänge von nur 11 cm je Unterbrechungsstelle. Gleichzeitig ging auch die Lichtbogenarbeit und damit die mechanische Beanspruchung des ganzen Schalters entsprechend zurück. Die praktische Bestätigung der der neuen Konstruktion zugrunde liegenden Ideen kann als eine eindrucksvolle Stützung der Ansicht angesehen werden, daß die Stromunterbrechung im Hochleistungschalter die Folge einer zweckmäßig eingeleiteten Strömung des Löschmediums ist, welche den Lichtbogen kühlt und entionisiert. Diese Theorie hat ja auch in Deutschland in der Entwicklung der Druckgasschalter ihre gesicherten Unterlagen gefunden. (D. C. Prince u. W. F. Skeats, Electr. Engng. Bd. 50, S. 134; Electr. Wld., NY., Bd. 97, S. 272.) *Myr.*

Der Überstromwächter als Schutz von Generatoren und Anlagen. — Es ist seit langem bekannt, die Beanspruchung der Anlagen und Schalter dadurch auf das zulässige Maß zu begrenzen, daß durch Feldschwächung der Generatoren der Dauerkurzschlußstrom erniedrigt wird. Die Feldschwächung darf nicht zu weit getrieben werden, da sonst Netzschutzrelais vielleicht nicht mehr ansprechen, synchronisierende Kräfte bis zur Gefährdung des Parallelbetriebes gemindert werden können u. dgl. Die Strombegrenzungs-Einrichtung muß auch, unabhängig davon, ob der Kurzschluß zwei- oder dreipolig auftritt, stets denselben gewünschten Stromwert einregeln. Eine solche Einrichtung, der „Überstromwächter", ist von den Siemens-Werken neu entwickelt worden. Das Gesamtgerät besteht ausschließlich aus lange bewährten Einzelteilen; durch übersichtlichen Zusammenbau ist es zu einem selbständigen Gebilde zusammengefaßt, mit dem jeder Generator ohne besonderen Aufwand ausgerüstet werden kann.

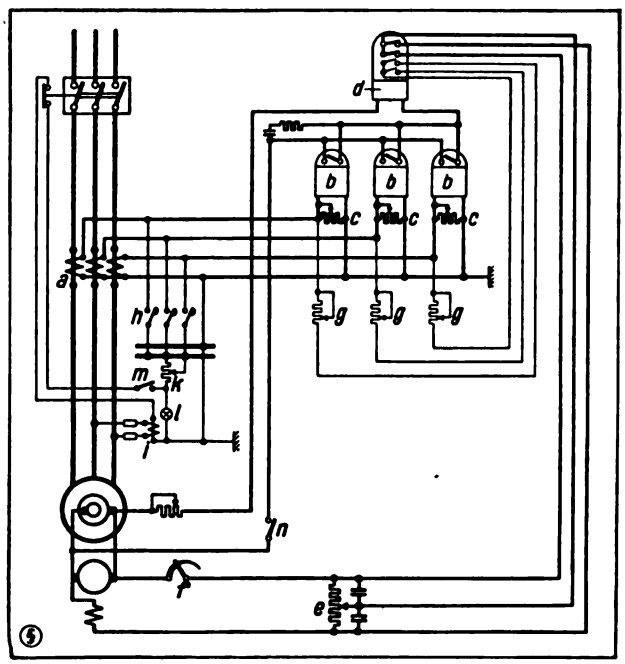


Abb. 4. Überstromwächter.

Aus Abb. 4 sind innerer Aufbau und Wirkungsweise zu erkennen. An Stromwandler *a* sind Überstromrelais *b* angeschlossen, deren Ansprechempfindlichkeit durch Parallelwiderstände bequem eingestellt werden kann. Bei Ansprechen steuern die Überstromrelais *b* ein mehrkontaktiges Hilfsrelais *d*, das die Überbrückung des Feldschwächwiderstandes *e* im Nebenschlußkreis der Erregermaschine öffnet. Spannung und Kurzschlußstrom sinken, bis die Überstromrelais *b* wieder abfallen und das Relais *d* den Feldschwächwiderstand wieder kurzschließt. Dadurch steigt der Kurzschlußstrom, bis die Überstromrelais erneut ansprechen. Bei großem Halteverhältnis der Relais (Ansprechstrom dividiert durch Abfallstrom) erfolgt das Ansprechen und Abfallen in langsamem Takt, da die magnetische Trägheit der Erregermaschine und des Läufers der Hauptmaschine ein schnelles Folgen der Spannung und des Kurzschlußstromes nicht zuläßt. Diese langsame Taktfolge ist sehr störend und muß beseitigt werden. Das geschieht durch Änderung der Empfindlichkeit der Überstromrelais nach dem Ansprechen durch das Hilfsrelais *d*, das den Überstromrelais Widerstände *g* parallel schaltet. Die Überstromrelais fallen dann gleich nach Einleitung der Feldschwächung bei einem Stromwert ab, der noch über dem Ansprechwert liegt. Da dann die alte Empfindlichkeit wieder hergestellt wird, können die Relais schnell wieder ansprechen. Der Kurzschlußstrom stellt sich also mit kleinen schnellen Schwingungen auf den gewünschten Wert ein.

Eine besondere Einwirkung auf den Nebenschlußregler ist bei dem Überstromwächter nicht nötig, was als sehr vorteilhaft anzusprechen ist. Der Wächter arbeitet fast unabhängig von der jeweiligen Stellung des Reglers, wenn nur der Feldschwächwiderstand richtig eingestellt worden ist. Zur Kontrolle des Überstromwächters, die zweckmäßig in regelmäßigen Abständen wie bei allen Relaisschaltungen erfolgen soll, sind Prüftasten vorgesehen, die bei ihrer Betätigung Strom von einem Spannungswandler über einen Widerstand *k* auf die Überstromrelais bringen. Das Prüfen ist nur bei geöffnetem Generatorschalter möglich, da eine Feldschwächung im gesunden Betriebe natürlich verhindert werden muß. (E. Bopp u. W. Koch, Siemens-Z. Bd. 11, S. 151.) *Schpf.*

Beleuchtung.

Straßenbeleuchtung mit neuzeitlichen elektrischen Geleuchten. — Bereits im Jahre 1893 hat Busquet gezeigt, daß für alle offen brennenden Bogenlampen infolge

Digitized by Google

der nahezu gleichen Lichtverteilung leicht Aufhängehöhen angegeben werden können, für die bei gegebener Lichtverteilung eine bestimmte angenommene Beleuchtungstärke im größtmöglichen Abstand vom Lampenfußpunkt erzeugt wird. Um entsprechende Angaben auch für Glühlampengeleuchte machen zu können, konstruiert Busquet nach einem einfachen Verfahren die Beleuchtungsverteilung eines als typisch bezeichneten Breitstrahlers mit Prismenglocke und bestimmt die Lage des Beleuchtungstärke-Maximums. Für die Beurteilung einer Straßenbeleuchtungsanlage ist aber neben der mittleren die minimale Beleuchtungstärke maßgebend, die bestimmte Werte nicht unterschreiten darf. Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, die Lichtverteilung und die Aufhängehöhe zu bestimmen, mit denen sich eine vorgegebene Minimal-Beleuchtungstärke in möglichst großer Entfernung vom Lampenfußpunkt erreichen läßt, wenn im übrigen Lichtstrom und Höchstlichtstärke gegeben sind. Für eine angenommene Höchstlichtstärke und Mindestbeleuchtungstärke läßt sich ein günstiges Verhältnis von Aufhängehöhe und Abstand bestimmen. Hierfür wird eine Formel gegeben und deren zeichnerische Darstellung gebracht. Aus dieser Kurve kann man nun für einen bestimmten Lampenabstand die günstigste Aufhängehöhe oder umgekehrt ermitteln, wenn man in der Wahl der Lichtverteilung noch frei ist, bzw. man kann bei bereits festliegender Lichtverteilung (d. h. Lage des Lichtstärke-Höchstwertes) die Aufhängedaten bestimmen. Es zeigt sich, daß es nicht vorteilhaft ist, die breitstrahlende Wirkung zu übertreiben, vielmehr ergibt ein Ausstrahlungswinkel von 54 ° 44′ für das Lichtstärkemaximum die günstigsten Verhältnisse. Der Verfasser zeigt dann, wie man unter Beibehaltung des Lichtstromes und der Höchstlichtstärke andere für Straßenbeleuchtungszwecke geeignetere Lichtverteilungen aus der zuerst angenommenen Kurve ableiten kann. Es werden einige Formeln angegeben, die hierbei die Verteilung des Lichtstromes auf die einzelnen Ausstrahlungsbereiche erleichtern sollen. Einige so erhaltene Lichtverteilungen werden abgebildet. (Über die praktische Durchführbarkeit ist nichts gesagt. Anm. des Berichters.) Dann wird unter Anwendung des anfangs gezeigten Verfahrens die Beleuchtungsverteilung zwischen zwei Geleuchten der gefundenen Art und an beliebigen Punkten der Straßenoberfläche ermittelt. Aus den graphisch erhaltenen Beleuchtungsverteilungen in verschiedenen Straßenquerschnitten wird schließlich die mittlere Beleuchtungstärke berechnet. (R. Busquet, Génie civ. Bd. 119, S. 9 u. 43.) *M. Gn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Linie Spezia—Livorno. — Ende 1926 wurde die rd. 90 km lange doppelgleisige Strecke Spezia—Livorno dem elektrischen Betriebe übergeben. Die Fahrleitung wird mit Drehstrom 4000 V, 16⅔ Hz gespeist, welcher aus 5, im Durchschnitt 22 km voneinander entfernten Unterwerken (60/4 kV) stammt.

Die 60 kV-Doppelprimärleitung wird zwischen Spezia und Pisa mit Ausnahme einer kurzen Strecke (rd. 3,5 km zwischen Vezzano und Arcola) längs des Bahnkörpers geführt, wobei die Rohrmasten dieser Leitungen gleichzeitig zum Tragen der Fahrleitung dienen. Der meerseitige Strang dieser Primärleitung hängt an Ketten von 5 ··· 6 Gliedern, während der bergseitige Leitungsstrang auf Stützisolatoren ruht. Zur Verhütung der schädlichen Salzablagerung werden die Isolatoren an besonders ausgesetzten Stellen (Meeresnähe) periodisch mittels eines starken Wasserstrahls abgespritzt. Hierzu dient eine Dampflokomotive mit angehängtem Tankwagen unter Verwendung einer mit Dampf betriebenen Wasserpumpe. Sämtliche Träger der Primärleitungen bestehen aus geschweißten Rohrmasten von 16 ··· 18 m Höhe, die Abspannmasten (in 3 km Abstand) aus gleichen, gegenseitig verstrebten Doppelrohrmasten. Der Drahtdurchmesser der Primärleitungen beträgt 10 mm. Bemerkenswert ist noch die 4 km messende Überquerung des Lago di Massaciuccoli mittels 13 Gittermasten von 30 m Höhe bei 330 m Spannweite und 17 m Durchgangshöhe.

Die Speiseleitung besteht aus drei Kupferleitern von 11,5 mm Dmr. (je Phase ein Leiter) und verbindet die 5 Unterwerke über Schaltkabinen miteinander. Diese letzteren sind teils mit Öl-, teils mit Lufttrennschaltern und Doppelsammelschienen ausgerüstet. Als Gestänge kam durchweg und hier erstmals der konische, geschweißte Rohrmast (ital. Z-Type) zur Anwendung, welcher gegenüber den üblichen Mannesmann-Rohrmasten bei gleicher Höhe und Festigkeit leichter und billiger ist. Allerdings ist dieser Z-Mast gegenüber der Mannesmanntype weniger haltbar, weniger handlich und weniger gut ausrüstbar.

Die Fahrleitung weist je Phase einen Draht von 11,5 mm Dmr. aus Rundkupfer auf, welcher an einem Kupfertragdraht gleicher Abmessung mittels 3 Hängedrähten je Stützpunktabstand (35 m in gerader offener Strecke) hängt. Auf offener Strecke hängt der Fahrdraht über Doppelisolation an verzinkten Rohrauslegern, während er in Bahnhöfen an Profileisen-Querträgern (15 bis 20 m Stützpunktabstand und Einfachaufhängung) befestigt ist. Als Schienenstoßverbinder kamen teils Niet- und teils Schweißverbinder zur Verwendung; letztere wurden jedoch nach und nach ebenfalls durch Nietverbinder (unter der Lasche montiert) ersetzt, da sich die Schweißverbinder mit der Zeit lösten. Außerdem wurden die üblichen Querverbinder in Form von 25 mm-Rundeisen und in Abständen von 250 ··· 500 m verlegt. Ein verzinktes Erdseil (19 · 1,2 mm Dmr. Eisen) verbindet in 5 m Höhe sämtliche Masten der Fahrleitung; ferner ist sämtliches Gestänge mittels 8 mm Rundeisen über die Schienen und außerdem noch alle 500 m durch Kupferplatten unmittelbar geerdet. In einem Abstand von 1½ km wurden dem Bahnkörper entlang gekapselte Dienstfernsprechstellen aufgestellt und die Unterwerke Torre del Lago, Vaioni und Spezia außerdem mittels Funkgeräten (System Perego) miteinander verbunden.

1 km Primär- + Fahrleitung auf offener Strecke stellte sich durchschnittlich auf 150 000 L und 1 km Fahrleitung in Bahnhöfen einschließlich Speiseleitung durchschnittlich auf 70 000 L. (Riv. Tecnica Bd. 20, S. 205.) *H. Z.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Die Stromart von Kaikränen. — Die Aufgabe der vorliegenden Doktorarbeit war es, die Wahl der Stromart für den Betrieb von Kaikränen in ihrem Zusammenhang mit der Betriebspraxis eines Seehafens zu untersuchen, wobei die hamburgischen Hafenverhältnisse besonders berücksichtigt wurden. In der Kette des Umschlagverkehrs im Seehafen, angefangen vom Stauer im Schiff — Schiffswinden — Kaikran — Flurfördergeräte — Stapelgeräte lassen sich die meisten Glieder durch zweckmäßige Organisation zu größerer Leistung bringen. Die Förderleistung des Kaikrans ist ein für allemal durch seine mechanische und elektrische Ausstattung festgelegt. Hier gilt es also, die größtmögliche Fördergeschwindigkeit herauszuholen, um hohe Gesamtleistung zu erzielen. Es wird die Frage aufgeworfen, ob eine Ersparnis an Strom geeignet ist, die Wahl der Stromart entscheidend zu beeinflussen. Darum ist vor allem die Feststellung eines normalen Kranspiels nötig unter Berücksichtigung der im Seehafenumschlag üblichen Gepflogenheiten. Es ergeben sich hierbei recht kleine Förderwege für den Kaikran, so daß die Stromkosten in der jährlichen Betriebskostenrechnung eine durchaus untergeordnete Rolle spielen. Für die Wahl der Stromart sind der Betrieb der Kräne, die Regelbarkeit der Motoren und die Erreichung einer großen Fördergeschwindigkeit allein maßgebend. Die Lösung des Problems wird durch eine systematisch durchgeführte Versuchsarbeit angestrebt. Für gewöhnliche Hafen-Stückgutkräne werden die Werte für Förderweg, Förderzeit, mittlere Geschwindigkeit, Höchstdrehzahl und Höchstgeschwindigkeit ermittelt, wobei gleichzeitig Diagramme über den Verlauf der Motordrehzahl aufgenommen werden. Die Untersuchung erstreckt sich auf Gleichstrom-Hauptschluß-, Drehstrom-Asynchron-, Doppel-Kran- und Einphasen-Derimotoren. Bei der Auswertung zeigt sich, daß der Gleichstrom-Hauptschlußmotor die günstigsten Werte erreicht, was durch eine Zergliederung der Förderzeit in die einzelnen Betriebsphasen und durch Darlegungen über die Schwungmomente der Motoren weiter erhärtet wird. Eine Betrachtung über die Kranbetriebspraxis fremder Häfen bestätigt dieses Ergebnis der Untersuchungen. (Hans Neumann, Dr.-Ing.-Dissertation T. H. Hannover 1931.) *zfg*

Fernmeldetechnik.

Schnell-Fernmeldeverkehr in England. — Die britische Postverwaltung hat in drei Bezirken des Landes Vorbereitungen für die Einführung des Schnell-Fernmeldeverkehrs getroffen. Diese Bezirke sind 1. der Londoner Bezirk, der den ganzen Südosten Englands umfaßt, 2. die Gebiete zwischen Liverpool und Manchester und 3. der Bezirk zwischen Glasgow und Edinburgh. Zunächst ist ein für diesen Zweck erbautes Amt in London mit 60 Arbeitsplätzen in Betrieb genommen worden. Die Ämter, die für die übrigen in Betracht kommenden Orte, wie Birmingham, Manchester usw., geplant sind, befinden sich noch im Bau. Die Verwaltung beabsichtigt, wenn sie mit dem Schnell-Fernmeldeverkehr in den genannten drei Bezirken genügend Erfahrungen gesammelt hat, im ganzen

Digitized by Google

Lande den Fernmeldeverkehr durch den Schnell-Fernmeldeverkehr zu ersetzen.

Für die Schaltung und den Aufbau der Vermittlungsschränke ergeben sich dadurch verschiedene Änderungen. Die Fernleitungen werden über die Schränke in Vielfachschaltung geführt; ein Vielfachabschnitt besteht aus sieben Feldern. Ebenso werden die sämtlichen Anruflampen entsprechend geschaltet, so daß bei einem Anruf das Anrufzeichen an mehreren Arbeitsplätzen erscheint, in größeren Ämtern gleichzeitig an 20 Plätzen. Die 6 V-Anruflampen werden paarweise in ein Dreileitersystem geschaltet und über einen Transformator mit Wechselstrom gespeist. Die Arbeitsplätze werden u. a. mit einer Nummernscheibe und mit Tonfrequenz-Zahlengebern ausgerüstet.

Die britische Postverwaltung glaubt, nach Durchführung der Umgestaltung des Fernbetriebs die Wartezeiten in dem Maße herabdrücken zu können, daß in der Hauptverkehrszeit 72 % der Gespräche 1½ min und 12 % 10 min nach der Anmeldung abgewickelt werden. (Z. Fernm.-Techn. Bd. 13, S. 112.) *Gth.*

Mikrostrahlen-Funkverbindung Frankreich—Großbritannien. — Nach einer Mitteilung des „Soir" in Brüssel haben die englische und die französische Tochtergesellschaft der Antwerpener Bell Telephone Manufacturing Co. Aufträge zur Lieferung von Apparaten usw. erhalten, die zur Herstellung einer Funktelegraphen- und Funk-Fernsprechverbindung mittels Mikrostrahlen[1] zwischen Frankreich und England bestimmt sind. Der neu einzurichtende Betrieb soll in den Dienst der Flugsicherung gestellt werden. Die Funk-Sende- und -Empfangsanlagen werden auf englischer Seite bei Hythe und auf französischer Seite einige Kilometer von Calais entfernt errichtet werden. Es sollen nicht nur Abfahrt und Ankunft der Flugzeuge durch Fernsprecher gemeldet werden, es ist vielmehr vorgesehen, die Meldungen sicherheitshalber auch schriftlich aufzuzeichnen. Hierzu wird beiderseits ein Springschreibergerät angeschaltet werden. Der Dienst soll zu Beginn des nächsten Frühjahrs aufgenommen werden. Die zuständigen Behörden erwarten von ihm eine wertvolle Unterstützung bei der Flugfunksicherung. (Soir, Brüssel, vom 18. XI. 1932.) *Gth.*

Neues Telegraphenkabel Marseille—Oran. — Frankreich hat im August v. J. ein neues Kabel nach Afrika gelegt und damit die Zahl seiner Verbindungen auf 10 gebracht. Das neue Kabel Marseille—Oran stellt die Verdoppelung der seit 1892 bestehenden Telegraphenverbindung dar[2]. Der Kabeldampfer „Ampère" legte das Kabel, das die Balearen berührt. Die Kabelseele besteht aus sieben Drähten von je 0,8 mm Dmr., was einem Kupfergewicht von 59 kg/Sm entspricht. Der Kupferleiter ist mit Chatterton umkleidet, darüber kommen drei Lagen Guttapercha, deren jede wiederum durch Chatterton von der Nachbarlage getrennt ist. Hierauf folgen ein Leinenband, ein Kupferband und dann wieder ein besonders getränktes Leinenband, darauf zwei Lagen von Hanf und in Tannin getränkte Jute. An Schutzdrähten sind für den Tiefseeteil 16 galvanisierte Stahldrähte von 2,5 mm Dmr. verwendet; für die anschließenden Strecken deren 12 von 4,5 mm. Das Küstenkabel erhält 10 Drähte von je 7 mm. Für den die Küste berührenden Teil ist eine noch stärkere Armierung vorgesehen: das hier doppeladrig durchgebildete Kabel erhält eine erste Lage von 17 Drähten von 4,5 mm und eine zweite Lage von 17 Drähten mit 7,5 mm Dmr. Das Gewicht das Kabels beträgt für den Tiefseeteil 1,85 t/Sm, für den anschließenden Flachseeteil 3,77 t/Sm, für die besonders gefährdeten Teile des Landungskabels 20 t/Sm und für das anschließende Landkabel 7 t/Sm. (Rev. Téléph. Télégr. 1932, S. 931.) *Ptn.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

„Im Haus der Gegenwart", Essen 1933. — Vom 13. bis 15. Juni 1933 findet in den Essener Ausstellungshallen eine große Hauswirtschaftliche Ausstellung „Im Haus der Gegenwart" statt. Sie umfaßt folgende Gruppen: 1. Hauswirtschaftliche Einrichtungen und Hilfsmittel, 2. Hygiene und Ernährung, 3. Wohnungsausstattung und Hausrat, 4. Familienleben im Haus der Gegenwart, 5. Blumenpflege, Haus- und Küchengarten, Kleintierzucht, 6. „Das Haus der Gegenwart". Die Ausstellung soll alles das zeigen, was zur Haushaltseinrichtung und Haushaltsführung gehört. Interessante Sonderveranstaltungen laufen nebenher. Es wird ein Wettkochen stattfinden, das bekanntermaßen stets große Anziehungskraft besitzt. —

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 934.
[2] Vgl. ETZ 1892, S. 537, und Ann. télégr. (3) Bd. 20, S. 25 (1893).

Teiltagung der Weltkraftkonferenz. — Nach Mitteilung des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz findet die nächste Veranstaltung im Rahmen der ständigen internationalen Gemeinschaftsarbeit der Technik im Juni 1933 in Skandinavien als Teiltagung statt. Sie wird sich insbesondere mit der Energieversorgung in der Großindustrie und im Transportwesen befassen. Die Vorbereitungen liegen vornehmlich in den Händen des Schwedischen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz, bei dem schon jetzt 20 Länder ihre Teilnahme und Mitarbeit zugesagt haben. Es sind bereits mehr als 170 Berichte, davon 26 allein aus Deutschland, angemeldet worden. U. a. werden Arbeiten über neuartige Lösungen technisch-wirtschaftlicher Aufgaben, z. B. auf dem Gebiet der Dampferzeugung und Energiespeicherung, in Aussicht gestellt.

In Verbindung mit dieser Teiltagung der Weltkraftkonferenz wird die Internationale Talsperrenkommission zu ihrer ersten Vollsitzung in Stockholm zusammentreten. —

Energiewirtschaft.

Elektrische Anlagen in Indo-China. — Französisch Indo-China erhielt die erste elektrische Dampfzentrale im Jahre 1894 in Hanoi und war bis Ende 1926 soweit elektrisiert, daß etwa 75 % aller Gemeinden, in denen mehr als 25 Weiße ansässig waren, mit Strom für Licht, Kraft und Wasserförderung versorgt wurden. In neuester Zeit wurden mehrere Anlagen erneuert und eine gleichmäßigere Energieverteilung durch ausgedehnte Zusammenschaltung der Ortsnetze vorgenommen. Gegenwärtig bestehen mehrere große elektrische Unternehmungen, so z. B. die „L'Énergie Électrique Indochinoise" mit der bedeutendsten Anlage von über 32 000 PS in Cholon bei Saigon, enthaltend große Drehstrom-Turbosätze für 6,6 kV. Das Werk liefert Strom für Kraft, Straßenbahn, die Radio-Großstation, und gibt ihn weiter an die Compagnie des Eaux et d'Électricité. Die Firma ist Eigentümerin der Stromversorgung für Saigon, Cholon-Gin-Dinh, Laithien, Thuduc, Bien-Hoa und Thudaumot. Ein eigenes Werk von 6250 PS in Saigon erzeugt Drehstrom von 6,6 kV, der zusammen mit dem von Cholon durch Kabel zu verschiedenen Unterwerken Saigons geführt wird, um dort in Gleichstrom umgeformt zu werden. Ein Teil des Drehstroms wird unmittelbar über ein Freileitungsnetz von 100 km Gesamtlänge in der Umgebung verteilt. Die Soc. Coloniale d'Éclairage et d'Énergie besitzt in Vinh-Long, Sadec und Travinh je eine kleine Dieselanlage und in Cantho eine solche von 2000 PS für 6,6 kV Drehstrom, der auf 30 kV umgespannt wird und den südwestlichen Teil des cochinchinesischen Deltas (Soctrang, Chaudoc) über eine 300 km-Leitung speist. Kambodscha besitzt eine 3000 PS-Dieselanlage, 4,4 kV Drehstrom, in Pnom-Penh. mit entsprechendem Verteilungsnetz. In Annam besteht eine 500 PS-Dieselanlage, 3,0 kV Drehstrom, in Dalat, daneben verschiedene kleine Ortsanlagen, teils mit Gas-, teils mit Dieselmotoren betrieben. Derartige Anlagen gibt es auch im Laos-Gebiet. Die bedeutendsten Anlagen bestehen jedoch in Tonkin, wo die Soc. Indochinoise d'Électricité eine neue Anlage mit 2 Dampfturbosätzen von je 3750 kW, 6,6 kV Drehstrom, in Hanoi mit Ortskabelnetz und 5,0 kV Luftleitungen nach Doson und Kienam in Betrieb genommen hat. Ferner ist in der wichtigen Hafenstadt Hainhong eine Anlage mit 2 Drehstrom-Turbosätzen von je 1200 kW und eine von 3100 kW. Erwähnenswert sind die elektrischen Anlagen der Bergwerke Tonkins. So besteht für das im Tagebau ausgebeutete Bergwerk von Hongay ein 5000 PS-Dampfkraftwerk für die Versorgung der Arbeitersiedlungen in Hongay und Campha und für eine 30 km lange Industriebahn. Ein Zementwerk hat kürzlich in Haiphong eine 7500 PS-Anlage in Betrieb genommen.

Im ganzen waren Ende Juli 1932 nahezu 45 000 PS in Cochinchina, 35 000 PS in Tonkin und 15 000 PS in den übrigen Landesteilen installiert; 56 Einzelwerke mit 400 km Hochspannungs-Verteilnetz. Die investierten Kapitalien betragen mehr als 300 Mill fr. Franken. Die Neuanlagen der nächsten Zukunft sind beträchtlich: Die Soc. Indochinoise erweitert ihre Hanoier Anlage auf 50 000 PS, ändert dabei die städtische Gleichstromverteilung auf Drehstrom um und schaltet durch ein 700 km langes Hochspannungsnetz die Werke in Hanoi, Haiphong und Nam-Dinh zusammen. Durch die bessere Stromversorgung wird die Leistungsfähigkeit der elektrisch betriebenen Pumpanlagen erhöht, Einrichtungen, die sowohl zur Bewässerung der Reisfelder als auch zur Trockenlegung weiter Sumpfgebiete im Delta des Roten Flusses von größter Bedeutung für die zukünftige weitere Erschließung dieses Kolonialgebiets sind. Studiert wird die Nutzbarmachung

Digitized by Google

der Wasserkräfte in Tonkin und Cochinchina, wo etwa 100 000 ··· 150 000 PS zur Verfügung stehen. Diese beiden wirtschaftlich gewinnreichsten Staaten würden mittels eines 2000 km langen Höchstspannungsnetzes mit Strom für landwirtschaftliche, industrielle und hygienische Zwecke (Wasserversorgung, Trockenlegung) sowie möglicherweise für Hauptbahnbetrieb versorgt werden können. Untersuchungen in den andern Staaten haben wegen der ungünstigen Lage der Kraftquellen zu den Verbrauchszentren zu weniger glücklichen Ergebnissen geführt. (The Far East. Rev. 1932, S. 510.) *Mal.*

AUS LETZTER ZEIT.

Reichstagswahl am ersten Messe-Sonntag. — Das Leipziger Meßamt teilt mit: „Die Leipziger Messe wird am 5. III. zur gewohnten Stunde eröffnet. Vom Reich und von Preußen sind ausgiebige Anordnungen getroffen zur Errichtung besonderer Stimmlokale (nach Art der Stimmabgabe im Reiseverkehr) im Messegelände und in der Innenstadt sowie für Preußen in den etwa 15 km entfernten preußischen Orten, zu denen ein Autobus-Pendelverkehr eingerichtet wird. Jeder Messebesucher kann sein Wahlrecht ungestört ausüben, sofern er sich den erforderlichen Stimmschein vorher besorgt."

Rundfunkkommissar Dr. Bredow abberufen. — Amtlich wird mitgeteilt: Der Reichspostminister hat den Rundfunkkommisar, Staatssekretär a. D. Dr. Bredow, seinem Wunsche entsprechend abberufen und ihm bei dem Scheiden aus dem Amte Dank und Anerkennung für seine der Deutschen Reichspost und der Allgemeinheit geleisteten vortrefflichen Dienste ausgesprochen.

Mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Rundfunkkommissars des Reichspostministers ist vorläufig der Staatssekretär im Reichspostministerium, Dr.-Ing. Kruckow, beauftragt worden.

Jubiläum. — Herr Albert Müller, Direktor der Allgemeinen Lokal- und Kraftwerke AG., Berlin, beging am 15. II. d. J. das Jubiläum seiner 50jährigen Tätigkeit bei der Gesellschaft. Herr Direktor Müller war lange Jahre hindurch der kaufmännische Leiter des Unternehmens, dessen Entwicklung er von Anfang an, von den ersten Straßenbahnen bis zur Vollendung der Bayerischen Zugspitzbahn, mitgemacht hat. Er schied im Januar v. J. aus dem Vorstand der Gesellschaft aus und wurde in deren Aufsichtsrat gewählt.

Siemens- und AEG-Umsatz. — Der Umsatz der Siemens-Schuckertwerke AG. ging im Geschäftsjahr 1931/32 (30. IX.) um etwa 35 % von 346 auf 224 Mill RM zurück. Bei der Siemens & Halske AG. betrug der Umsatzrückgang ebenfalls etwa 35 %; der Umsatz belief sich auf 186 gegenüber 285 Mill RM im Vorjahr. Bei der AEG stehen die endgültigen Umsatzziffern für das Geschäftsjahr 1931/32 (30. IX.) noch nicht fest. Der Umsatz dieser Gesellschaft dürfte, wie von der Verwaltung bestätigt wird, ungefähr im gleichen Ausmaß zurückgegangen sein wie bei der Siemens-Schuckertwerke AG. Er wird somit zwischen 220 und 240 Mill RM gegenüber 370 Mill RM im Vorjahr gelegen haben.

Verkauf des Elektrizitätswerks Strausberg an die MEW. — Nach langwierigen Verhandlungen ist jetzt der Verkauf des Elektrizitätswerks Strausberg an die Märkische Elektricitätswerke AG., Berlin, zustandegekommen.

Funkfeuer. — In den letzten Jahren entstanden sogenannte „Funkfeuer" an den Meeresküsten, das sind drahtlose Sender zum Schutz der Schiffahrt, die nur mit elektrischen Wellen arbeiten. Mit ihrer Hilfe kann ein Schiff mit Bordfunkpeiler, das z. B. von Amerika kommend den englischen Kanal ansteuert, selbst im dichtesten Nebel seinen Weg nach der Nordsee finden. Ein großer Teil dieser Funkfeuer ist nicht am Lande, sondern auf Feuerschiffen untergebracht, weil diese an den Hauptansteuerpunkten der Schiffahrt in gefährlichen Gewässern liegen. Diese Funkfeuer haben sich für die Schiffahrt als so vorteilhaft erwiesen, daß ihre Zahl sich ständig vergrößert und ihre Organisation immer weiter ausgebaut wird. *T. Pd.*

Der Streit um die Grundgebühr. — In der Verhandlung am 15. II. 1933 des Prozesses, den die BEWAG gegen den Geschäftsführer des Reichsverbandes des deutschen Mittelstandes angestrengt hatte, wurde der Beklagte verurteilt, die erhöhte Grundgebühr zu zahlen. Er hatte die Zahlung der auf Grund einer Erweiterung seiner Anlage erhöhten Grundgebühr mit der Begründung verweigert, der Tarif verstoße gegen die guten Sitten. Auf Grund der Stromlieferungsbedingungen wurde nach längeren ergebnislosen Verhandlungen die Stromlieferung eingestellt. Für die Aufhebung der Stromsperre erwirkte der Beklagte eine einstweilige Verfügung gegen die BEWAG. Die Verfügung wurde aufrechterhalten. Die BEWAG erhob hieraufhin Klage gegen den Abnehmer auf Zahlung der verweigerten Beträge sowie auf Feststellung, daß der Abnehmer verpflichtet sei, die sich aus dem BEWAG-Tarif ergebenden Beträge zu zahlen. Das Amtsgericht Berlin-Mitte hat der Klage der BEWAG in vollem Umfange stattgegeben. Das Urteil wurde für vorläufig vollstreckbar erklärt. Da der Streitwert der Klage nur mit 100 RM beziffert wurde, ist eine Berufung ermöglicht.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 28. Februar 1933, 8 Uhr abends pünktlich, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Bericht der Rechnungsprüfer.
3. Vortrag des Herrn Oberbaurat Kyser aus Weimar über das Thema: „Die Saaletalsperre".

Inhaltsangabe:

a) Geschichtliches und Zweck der Saaletalsperren,
b) Ausbau der Saaletalsperren,
c) Die Bleilochtalsperre im allgemeinen,
d) Die Bauingenieuranlagen,
e) Die kraftwirtschaftlichen Anlagen,
f) Der Gesamtbetrieb der Saaletalsperre,
g) Wirtschaftliche Angaben.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Jahresversammlung

am 31. Januar 1933 in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Vorsitzender: Sehr geehrte Damen und Herren! Da unser Herr Vorsitzender leider im letzten Moment wegen einer Dienstreise verhindert ist, bitte ich, mit mir als Verhandlungsführer vorlieb zu nehmen.

Ich eröffne die Sitzung und heiße Sie herzlich willkommen. Seit der letzten ordentlichen Sitzung sind 51 Anmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier aus.

In der ordentlichen Sitzung am 28. Februar wird Herr Oberbaurat Kyser aus Weimar über das Thema: „Die Saaletalsperre" sprechen. — Ich weise ferner darauf hin, daß das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung mit Unterstützung des Elektrotechnischen Vereins und des Vereins Deutscher Ingenieure vom 9. Februar ab eine Vortragsreihe über „Technische Akustik" veranstaltet; Einladungen hierzu sind bereits ergangen.

In der heutigen 1. ordentlichen Sitzung des neuen Geschäftsjahres berichte ich zunächst über die Tätig-

Digitized by Google

keit des Vereins im abgelaufenen Jahre. Ungeachtet der Not der Zeit hat sie nicht nachgelassen. Es haben 9 ordentliche und 3 außerordentliche Sitzungen stattgefunden, in denen tüchtige Fachgenossen wichtige Angelegenheiten von allgemeinem Interesse in Vorträgen behandelt haben. Namentlich hat der Vortrag des Obering. Dr. Schenkel über das Thema: „Verwendung gesteuerter Großgleichrichter und Umrichter" am 2. Februar große Anziehungskraft ausgeübt. Bei der Wichtigkeit der Materie ist an einem besonderen Abend eine Besprechung des Vortrags veranstaltet worden, die sich bei eifriger Beteiligung sehr interessant gestaltet hat. Um die Veranstaltung der Vorträge hat sich der Ausschuß durch sorgfältige Auswahl der Themen und der Vortragenden sehr verdient gemacht. Wir danken ihm hierfür.

Die 4 Fachausschüsse sind im vergangenen Jahre wieder sehr eifrig gewesen und haben 14 Vorträge veranstaltet, von denen 2 auf Elektromaschinenbau, 4 auf elektrisches Nachrichtenwesen, 4 auf Installationstechnik und 4 auf den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken entfielen.

Die Vortragsreihen des Gemeinsamen Fachausschusses des Elektrotechnischen Vereins und des Außeninstituts der Technischen Hochschule haben ihre Zugkraft weiter bewährt. Es wurden 2 Vortragsreihen veranstaltet über die Themen: „Energie und Materie in der modernen Physik" und: „Der Kathodenstrahl-Oszillograph und seine Anwendungen". Namentlich waren die Vorträge der ersteren Reihe, gehalten vom Universitätsprofessor Dr. Born (Göttingen), sehr stark besucht.

Auch die Vortrags- und Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen haben guten Anklang gefunden; an den regen Diskussionen beteiligte sich regelmäßig eine Anzahl der jüngeren Fachgenossen.

Die so beliebten Besichtigungen technischer und industrieller Betriebe haben sich großer Teilnahme erfreut, namentlich die Besichtigung des „Zeiss-Ikon-Goerzwerkes und der Sendlinger Optischen Glaswerke" in Berlin-Zehlendorf sowie des „Umspannwerkes Mauerstraße" der BEWAG.

Den Glanzpunkt des Berichtsjahres bildete die feierliche Aushändigung der Siemens-Stephan-Gedenkplatte an den Staatsekretär im Reichspostministerium, Herrn Dr.-Ing. E. h. Feyerabend, die ihm auf einstimmigen Beschluß in einer ordentlichen Sitzung wegen seiner hervorragenden Verdienste auf dem Gebiete der Fernmeldetechnik verliehen worden war. Die Übergabe erfolgte am 15. März in einer Festsitzung im Großen Sitzungsaal des ehemaligen Herrenhauses, an der der Ehrenvorsitzende des Vereins, Herr Staatsminister Exzellenz Dr. von Sydow, und eine zahlreiche Festversammlung teilnahmen. An den feierlichen Akt schloß sich ein interessanter und inhaltreicher Vortrag des Ministerialdirektors Geh. Oberpostrats Dr.-Ing. E. h. Craemer über das Thema: „Ein Jahrzehnt des Fortschritts im elektrischen Nachrichtenverkehr", und hieran ein Festmahl in den Gesellschaftsräumen des Landtagsgebäudes.

Auf dem Gebiete wissenschaftlicher Veröffentlichungen hat der Verein den IV. Band seiner „Geschichtlichen Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik" herausgegeben. Das von der Firma Julius Springer schön ausgestattete Buch enthält die interessante Abhandlung des Geh.-Rats Prof. Dr. Jaeger über das Thema: „Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik". Der stellvertretende Vorsitzende des Vereins, Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Wagner hat einen Prachtband auf dem in der Zeit vom 5. bis 12. Juli 1932 veranstalteten V. Internationalen Elektrizitäts-Kongreß in Paris mit einer Ansprache überreicht und dafür den Dank des Vorsitzenden des Kongresses mit anerkennenden Worten für den Verein empfangen.

Was die Zusammenarbeit des Elektrotechnischen Vereins mit anderen wissenschaftlichen und technischen Vereinen betrifft, so hat sich unser Verein an den Arbeiten des Ausschusses für Blitzableiterbau (ABB, Vorsitzender Herr Prof. Matthias, Berlin) im abgelaufenen Jahre beteiligt. Das Buch „Blitzschutz", das längere Zeit vergriffen war, ist in 3. erweiterter Auflage erschienen und bereits wieder ausverkauft. Es hat vollkommene Überarbeitung erfahren, ein neuer Abschnitt „Blitzschutz für Sprengstoffabriken" ist eingefügt worden; außerdem enthält das Buch Abbildungen sämtlicher genormter Blitzableiterbauteile. Mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Lage mußte von der Herausgabe weiterer Normblätter im Jahre 1932 abgesehen werden. Verschiedene andere Fragen unterliegen noch der Bearbeitung durch besondere Arbeitsausschüsse; über die Ergebnisse wird später berichtet werden. Die Zahl der Mitglieder ist die gleiche geblieben. Der Verband Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine hat sich aufgelöst und ist damit ausgeschieden; dagegen ist die neugegründete Deutsche Gesellschaft für Bauwesen in den ABB als Mitglied aufgenommen worden.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF, Vorsitzender Herr Prof. Dr. Wallot, Berlin) hat im Jahre 1932 2 Sitzungen und zahlreiche Unterausschußsitzungen abgehalten sowie Einzelarbeiten unternommen. Er hat dabei die erweiterten Listen der Formelzeichen, der mathematischen Zeichen und der Vorsätze für Einheitszeichen endgültig angenommen. Weiter hat er eine große Zahl von Entwürfen neu bearbeitet. Zwei Entwürfe sind bereits veröffentlicht; die übrigen werden demnächst in der ETZ zur Erörterung gestellt werden. Eine Anzahl weiterer Entwürfe und Aufgaben sind beraten oder in Angriff genommen worden.

Der Ausschuß zur Erforschung elektrischer Unfälle (AEU, Vorsitzender Herr Präsident Prof. Dr. Strecker, Heidelberg) hat im vergangenen Jahre keine Sitzung abgehalten, doch sind die Bestrebungen des Elektrotechnischen Vereins auf Verbesserung der Wiederbelebungsversuche nach elektrischen Unfällen weiter gefördert worden. Hierzu hat ein interessanter Vortrag des Obering. Alvensleben: „Die elektrische Betäubung von Schlachttieren" beigetragen. Dieser Vortrag, von Versuchen an lebenden Tieren unterstützt, war namentlich auch aus Kreisen anderer interessierter Berufe (Mediziner, Tierärzte usw.) stark besucht und hatte eine sehr lebhafte und anziehende Diskussion hervorgerufen. Da auch bei den Berliner Städt. Elektrizitätswerken AG. schon seit langer Zeit zahlreiche Versuche mit den Zielen unseres Ausschusses angestellt worden sind und wichtige Ergebnisse geliefert haben, wird im kommenden April darüber vorgetragen werden.

Unsere Bücherei mit ihren zahlreichen, namentlich ausländischen Zeitungen, ist auch im vergangenen Jahre lebhaft benutzt worden. Dem Verein deutscher Ingenieure, der wie in den Vorjahren die Aufbewahrung und Ausgabe unserer Bücher und Zeitschriften in liebenswürdiger Weise in seinem Hause besorgt, spreche ich dafür auch an dieser Stelle den verbindlichsten Dank des Vereins aus.

Der am 8. I. 1932 veranstaltete, gut besuchte „Gesellschaftsabend" im Marmorsaal des Zoo nahm einen befriedigenden Verlauf. Ferner haben sich die Mitglieder des Vereins an dem „Wohltätigkeitsfest der Technik" beteiligt, das, wie bekannt, von den technisch-wissenschaftlichen Vereinen in Berlin abgehalten wird. Auch diesmal ist aus dem Überschuß des Festes ein nennenswerter Betrag dem Unterstützungsfonds unseres Vereins zugeflossen.

Unser Sommerausflug mit Damen am 11. VI. führte uns mittels Sonderdampfers nach Woltersdorf und Kalkberge Rüdersdorf mit ihrer lieblichen Umgebung. Der Ausflug war gut besucht und nahm einen angeregten, harmonischen Verlauf.

Infolge der Not der Zeit ist die Mitgliederzahl des Vereins im Jahre 1932 leider abermals gesunken: Von 3314 auf 3009; jedoch ist die Zahl der ausländischen Mitglieder nahezu gleich geblieben: 631, eine stattliche Zahl.

Wie alljährlich hat zu unserem Schmerz der Tod auch im vergangenen Jahre wieder eine Anzahl von Mitgliedern, darunter mehrere von vieljähriger Zugehörigkeit und von besonderer Bedeutung für den Verein, hinweggerafft: Es sind von uns gegangen:

Reg.-Baumeister Direktor Th. Albers, Berlin,
Dipl.-Ing. Robert Ericson, Moskau,
Direktor Hermann Kamp, Berlin,
Ing. Dr. phil. h. c. Fritz Klingelfuß, Basel,
Obering. F. Koch, Berlin,
Obering. Martin Lebegott, Berlin,
Dipl.-Ing. Dr. phil. Max Levy, Berlin,
Dr. Hans Lewenz, Berlin,
Dr.-Ing. h. c. Direktor H. Remané, Bayrischzell,
Obering. Abteilungsdirektor Ernst Riecke, Berlin-Zehlendorf,
Ing. Hans Otto Swoboda, Pittsburgh (U. S. A.),
Ing. Direktor Alfred Schmidt, Berlin-Spandau,
Obering. Alexander Schoedler, Charlottenburg,

Digitized by Google

Ing. Jacob Trumpy, Bergen (Norwegen),
Ing. Otto Vogt, Godramstein (Pfalz),
Geh. Reg.-Rat Dr. phil. Wilh. Wedding, ord. Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin-Lichterfelde.

Ich bitte, das Andenken der Entschlafenen durch Erheben von den Sitzen zu ehren. (Geschieht.) Ich danke Ihnen.

Bis vor kurzem war es üblich, in der Jahresversammlung auch einen Rückblick zu geben über die wichtigsten Arbeiten auf den einzelnen Gebieten der Elektrotechnik während des vergangenen Jahres. In der Voraussetzung Ihrer Zustimmung bitte ich zum Zweck der Zeitersparnis davon absehen zu dürfen. Dafür soll ein ausführlicher Rückblick in der ETZ veröffentlicht werden. (Beifall.)

Wir kommen nunmehr zum Kassenbericht. Ich bitte den Schatzmeister, Herrn Dr. Thürmel, das Wort zu nehmen.

Herr **Thürmel**: Ich erlaube mir, die Bilanz und den Bericht über die Einnahmen und Ausgaben, wie wir es immer machen, hier zur Einsicht auszulegen. Die Bilanz zum 31. XII. 1932 führt unter „Besitzteile" auf: Kassenbestand 235 RM, Scheckbestand 322 RM, Guthaben beim Postscheckamt 6236 RM, Bankguthaben 50 000 RM, Wertpapiere 344 000 RM gegenüber 339 000 RM im Vorjahre. Die Wertpapiere sind zum Börsenkurs vom 31. XII. 1932 oder einem niedrigeren eingesetzt. Zur Bewertung nach diesem Modus mußten wir eine Abschreibung auf die Wertpapiere von 15 000 RM vornehmen. Es folgen dann: Beteiligung an der ETZ-Verlag G. m. b. H. 1250 RM wie im Vorjahre; Kontokorrentforderungen 15 000 RM und Mobilien 1 RM. Die Interimsposten auf der Seite „Besitzteile" wie auch auf der Seite „Schuldteile" sind reine Durchgangsposten. Das Vermögen ist durch den Überschuß von 20 574,68 RM von 274 000 RM auf rund 295 000 RM angestiegen. Unter „Schuldteilen" folgen die Rückstellungen mit 51 000 RM. Davon sind 31 200 RM aus dem Interimsposten des Vorjahres übernommen, um eine noch klarere Übersicht zu schaffen. Neu zurückgestellt worden sind 19 800 RM. Der Unterstützungsfonds aus dem Fest der Technik und ähnlichen Sachen beträgt noch 7168,89 RM. Die 70 931 RM unter Interimsposten sind reine Durchgangsposten.

Die Jahreseinnahmen sind von 195 000 RM im Vorjahre auf 163 431,53 RM zurückgegangen. Davon waren folgende Ausgaben zu bestreiten: Beiträge an den VDE 31 651 RM, Ausgaben für die ETZ 27 903 RM, Ausgaben für Vereinswesen 24 000 RM gegenüber mehr als 29 000 RM im Vorjahre. Die Unkosten betrugen in diesem Jahre 23 000 RM gegenüber 27 000 RM im Vorjahre, die Abschreibungen 16 000 RM und die Rückstellungen 19 800 RM. Somit ergibt sich der in der Bilanz enthaltene Überschuß von rund 20 000 RM. Der Überschuß ist trotz der verringerten Einnahmen größer als im Vorjahre, weil der Betrag für Abschreibungen auf Wertpapiere in diesem Jahr erheblich geringer war.

Vorsitzender: Sie haben den ausführlichen Bericht des Herrn Schatzmeisters gehört, aus dem hervorgeht, daß er in alter Sorgfalt und Sparsamkeit weiter gewirtschaftet hat, trotz der schlechten Zeiten, und daß er Ersparnisse gemacht hat, die der Verein im nächsten Jahre sehr gut brauchen kann, da ja, wie Sie wissen, der Mitgliederbeitrag mit dem neuen Geschäftsjahr stark heruntergeht. Auf eine Erörterung haben Sie, wenn ich recht verstanden habe, verzichtet. Ich glaube auch, wenn sie gewünscht wird, würde sie besser im Anschluß an den Bericht der Rechnungsprüfer geschehen.

Diese beiden Rechnungsprüfer hat die Versammlung nunmehr zu wählen. Im Vorjahr waren es die Herren Lux und Baurat Dr. Paul Meyer. Es wird vorgeschlagen, die Herren wiederzuwählen. Wird dagegen Einspruch erhoben? — Das geschieht nicht. Dann sind die beiden genannten Herren zu Rechnungsprüfern für dieses Jahr gewählt. Wir werden in der nächsten Sitzung ihren Bericht entgegennehmen.

Wir kommen nun zum 2. Punkt der Tagesordnung: Neuwahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses.

Auf den vor Beginn der Sitzung verteilten Blättern sind Ihnen die Wahlvorschläge mitgeteilt worden. Danach wird Wiederwahl des Vorstandes empfohlen, bestehend aus folgenden Herren:

Vorsitzender: Geheimrat Dr. Bücher, Vorsitzender des Vorstandes der AEG.

Stellvertr. Vorsitzender: Präsident a. D. Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Schatzmeister: Direktor Dr. Thürmel, Vorstandsmitglied der Siemens & Halske A. G.

Schriftführer: Prof. A. Matthias, ordentl. Professor a. d. Techn. Hochschule Berlin.

Syndikus: Direktor Dr.-Ing. Schapira, Vorstandsmitglied der Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie.

Beisitzer: Ministerialdirektor a. D. Arendt und Ministerialdirektor Prof. Dr.-Ing. Dr. phil. Gleichmann, Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Insbesondere freut es mich, feststellen zu können, daß unser hochverehrter Vorsitzender, Herr Geheimrat Bücher, bereit ist, die Last des Vorsitzes noch einmal auf ein Jahr zu übernehmen.

Aus dem Ausschuß scheiden satzungsgemäß aus: die Berliner Herren Mayr, Meißner, Moench, Pohl, Pohlhausen, Runge, Schüler und Wallot. Wiederwahl ist zulässig. Vorgeschlagen wird die Wiederwahl der Herren Mayr, Moench, Pohl, Pohlhausen, Schüler und Wallot; als Ersatz für die Herren Meißner und Runge werden vorgeschlagen:

Obering. Dr. Böhm (Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie),
Dipl.-Ing. A. Haas (Berliner Verkehrs A. G.).

Von den auswärtigen Mitgliedern des Ausschusses scheiden aus die Herren: Emde, Grüneisen, Rogowski und Sieg. Vorgeschlagen wird die Wiederwahl der Herren Emde und Rogowski und als Ersatz die Wahl der Herren:

Joh. E. Börresen, Generaldirektor des Städt. Beleuchtungswesens (Gas- u. Elektr.-Werke) Kopenhagen, und
Obering. Körner in Stockholm, der bei unserem Goldenen Jubiläum die Vereinigung der schwedischen Fachgenossen vertreten hat.

Nach § 9 der Satzungen hat der Vorsitzende die Art der Wahl vorzuschlagen. Der Vorschlag gilt als angenommen, wenn nicht mindestens zehn anwesende Vereinsmitglieder widersprechen. Zur Abkürzung des Verfahrens schlage ich die Wahl durch Zuruf vor. Wird Widerspruch gegen diesen Vorschlag erhoben? — Das geschieht nicht. Dann frage ich, ob gegen die Vorschlagsliste Einwendungen erhoben werden. — Das ist nicht der Fall. Dann stelle ich fest, daß die von mir genannten Herren gewählt sind. Die Herren in Berlin haben sich bereit erklärt, die Wahl anzunehmen; die anderen Herren werden noch gefragt werden müssen.

Damit sind wir mit diesem Punkt der Tagesordnung fertig.

Wir kommen nun zum Vortrag des Herrn Prof. Dr. Biermanns über das Thema: „Die Aufgaben des modernen Transformatorenbaues". Ich bitte Herrn Biermanns, das Wort zu nehmen.

(Der Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Sie haben von einem ausgezeichneten Kenner des Transformatorenbaues in einem sehr ausführlichen und inhaltreichen Bericht gehört, daß der prinzipiell so einfache Apparat, wie es der Transformator ist, eine ganze Fülle von Problemen bietet. Sie haben bei all diesen Einzelproblemen den heutigen Stand der Technik und seine Spitzenleistungen kennengelernt. Ich glaube, ich darf Herrn Professor Dr. Biermanns für seinen ausgezeichneten Bericht Ihren herzlichen Dank abstatten.

(Lebhafte Zustimmung.)

Wir kommen nun zur Aussprache. Schriftliche Anmeldungen liegen nicht vor. Ich bitte also um Wortmeldungen, möchte aber die Herren Diskussionsredner mit Rücksicht auf die vorgerückte Zeit bitten, sich möglichst kurz zu fassen.

(Aussprache folgt.)

Wünscht noch jemand das Wort? — Das scheint nicht der Fall zu sein. Dann darf ich die Aussprache schließen.

Ich schließe die Sitzung und danke Ihnen für Ihr Erscheinen.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Bourmoff, Georg, Dipl.-Ing., Sofia
Coninx, Carl, Generaldirektor a. D., Bln.-Wilmersdorf
de Dorda, Jose Valenti, Direktor, Madrid
Dosch, Friedrich, Dipl.-Ing., Spandau-Hakenfelde
Engels, Albrecht, Ingenieur, Joinville (Brasilien)

Digitized by Google

Eschrich, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Tempelhof
Feuerherdt, Karl, Ingenieur, Bln.-Karlshorst
Fernau, Wilhelm, Dr. phil., Bln.-Zehlendorf
Freiberger, Heinz, Dipl.-Ing., Bln.-Rummelsburg
Gangl, Oswald Alexander, Dipl.-Ing., Zaragoza/Spanien
Gardiner, Robert, Direktor, London
Goedhart, Dirk, Ingenieur, Haag
Graff, Bruno, Techniker, Bln.-Steglitz
Gossel, Erich, Dr.-Ing., Bln.-Tempelhof
Gravenstein, Hans, Direktor, Glogau
Haas, Alfred, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Heide, Florian, Obering., Bln.-Schöneberg
Heuberger, Adolf, Dipl.-Ing., Granada/Spanien
Hirsch, Robert, Ingenieur, Bilbao/Spanien
Klee, Otto, Dipl.-Ing., Sevilla/Spanien
Krüger, Hans, cand. electr., Darmstadt
Laurell, Karl Johan, Obering., Stockholm
Leyon, Arne, Student, Västerås/Schweden
Lindner, Philipp, Fabrikdirektor, Nürnberg
Littauer, Herbert, cand. ing., Berlin
Liwowski, Walter, Ingenieur, Gijon/Spanien
Machate, Leo, Elektroing., Düren/Rhl.
Massar, Ernst, Dipl.-Ing., Kaiserslautern
Mottl, Francesco, Ingenieur, Neapel
Muller, Fr., Ingenieur, Tongues les Caux Nièvre/Frankreich
Neubert, Hermann, cand. ing., Berlin
Neumann, Hans, cand. ing., Berlin
Neuroth, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Nierenberger, Rudolf, Dipl.-Ing., Paris
Penzien, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Rau, G., Doubléfabrik, Pforzheim
Research Laboratory of Physics, Harvard University, Cambridge
Reinheimmer, Hans, Dr. phil., Bln.-Wilmersdorf
Reschke, Max, Ingenieur, Bln.-Reinickendorf
Richter, Wilhelm, Betriebsleiter, Sondershausen/Th.
Rimkus, Hans, cand. ing., Bln.-Charlottenburg
Sauer, Johannes, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt
Siebert, Hans, Maschinenbaumeister, Berlin
Schachert, Otto, Direktor, Buenos-Aires
Schimon, Agoston, Fabrikant, Bln.-Lichterfelde
Schmitt, Heinrich, Reichsbahnrat, Bln.-Halensee
Schöpke, Willy, Gauß-Schüler, Berlin
Stein, Gerhard, Dr., Dipl.-Ing., Bln.-Adlershof
Stern, Georg, cand. ing., Berlin
Weilbrenner, Ernst, Elektroing., Freiburg i. Br.
Wellner-Batterie Gesellschaft m. b. H., Berlin

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung

Betr. VDE-Veranstaltung 1933.

Der Vorstand des VDE hat auf Grund der ihm seitens des Ausschusses in München 1932 erteilten Befugnis beschlossen, an Stelle einer Jahresversammlung eine mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung

Sonntag, den 11. Juni 1933, in Wiesbaden

abzuhalten.

VDE-Vorschriftenbuch

19. Auflage.

Nach dem Stande vom 1. Januar 1933.

Die Neuauflage erscheint am 1. März. — Die gesamte innere Anordnung und Gliederung des VDE-Vorschriftenbuches ist mit der 19. Auflage grundlegend umgestaltet worden. — Nach zweijähriger Pause sind nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten in erstmaliger oder völlig neu bearbeiteter bzw. geänderter Fassung enthalten.

Die grundsätzliche Umgestaltung besteht einmal darin, daß diese Auflage die ab 1. März gültigen neuen Nummern sämtlicher VDE-Arbeiten zum ersten Male enthält. Die neuen Arbeitsnummern sind deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil sie von nun an auch dann bestehen bleiben, wenn die betreffende Bestimmung einer Neubearbeitung unterzogen wird. (Eine Gegenüberstellung der neuen und alten Nummern der VDE-Arbeiten wird an dieser Stelle in Kürze veröffentlicht.) Durch diese Neunumerierung erfuhren die Gliederung und die Reihenfolge der Arbeiten eine Umstellung.

Weiterhin ist das Sachregister nach neuen Gesichtspunkten völlig neu angefertigt und auf die mehr als vierfache Stichwortzahl gebracht worden. Beide Maßnahmen bilden nunmehr die Grundlage für eine einheitliche Zitierung der VDE-Arbeiten, die bisher kaum möglich war, und für die also die 19. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches erstmalig als Unterlage dienen kann.

Schließlich wurden auch äußerlich einige Vervollkommnungen getroffen. Zwischen jedem Gruppenabschnitt befindet sich eine Inhaltsübersicht auf farbigem Karton. Trotz 200 Seiten Mehrumfang (1287 Seiten) ist die Dicke des Bandes durch Verwendung von Dünndruckpapier verringert worden. Es hat ein festeres Einbandleinen Verwendung gefunden, und sämtliche Exemplare sind mit einem Daumenregister versehen.

Preise:

Die Preise sind trotzdem nochmals herabgesetzt worden und betragen:

für Nichtmitglieder: statt 20,60 RM (1931), 18,55 RM (1932) nur noch . . . . . 16,20 RM,
für VDE-Mitglieder: statt 18,80 RM (1931), 16,95 RM (1932) nur noch . . . . . 14,60 RM.

Umtausch-Angebot:

Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur . . . . . **13,80 RM.**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. — Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung aufzugeben. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

(Ein ausführlicher Prospekt liegt diesem Heft der ETZ bei.)

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnische Gesellschaft Frankfurt a. M. 1. III. 1933, abds. 8 h, Hörsaal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Straße 47: Vortrag Prof. R. Schneider, Darmstadt, „Einiges über Zukunftsfragen der Elektrizitätswirtschaft".

Elektrotechnischer Verein München (gemeinsam mit dem Polytechnischen Verein, Bezirksverein deutscher Ingenieure und Ingenieur- und Architekten-Verein). 6. III. 1933, abds. 8 h, Hotel Union, Barerstraße: Vortrag Dipl.-Ing. B. Esterer, „Hydraulische Forschungsinstitute und Wasserkraftanlagen in Rußland".

Deutsche Physikalische Gesellschaft, Berlin. 24. II. 1933, nachm. 5½ h, Phys. Inst. d. Universität, Reichstagsufer 7-8: a) Vortrag O. Stierstadt, Göttingen, „Zur Entwicklung eines elektromagnetischen Verfahrens der Kristallstruktur-Analyse". b) Vortrag E. Giebe, Berlin, „Über hochfrequente Longitudinalschwingungen von Stäben und Röhren (n. gemeins. Versuchen mit E. Blechschmidt).

Interessengemeinschaft staatlicher und kommunaler Elektrizitätswerke Deutschlands, Berlin. 25. II. 1933, vorm. 9½ h, Weimar, Hotel Kaiserin Augusta (am Hauptbahnhof): Ord. Mitgliederversammlung mit Vortrag Dr. von Leyden, „Die Bedeutung der wirtschaftl. Betätigung kommunaler Elektrizitätswerke für ihr Verhältnis zur öffentlichen u. privaten Wirtschaft" und „Aussprache über Ergebnisse und Auswertung der Erhebungen zur Besteuerungsfrage".

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure. 1. III. 1933, abds. 7½ h, Aula der T. H. Berlin: Vortrag Patentanwalt Dr. Hilliger, „Probleme der Schmierung" mit anschließender Aussprache.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Schiemann †. — Ingenieur Max Schiemann, der unermüdliche Vorkämpfer auf dem Gebiete der gleislosen elektrischen Bahn, ist am 2. II. d. J. in Wurzen/Sa. nach kurzer, schwerer Krankheit verschieden. Schiemann ist schon früh durch sein vortreffliches zweibändiges Werk über elektrische Bahnen bekannt geworden. Er wurde 1866 zu Breslau geboren und trat nach Beendigung seiner Studienjahre an der Hochschule zu Charlottenburg in die Dienste von Siemens & Halske und später der Firma Bachstein in Berlin ein. Dann folgte er einem Ruf der Stadt Dresden, wo er als eine der ersten Außenbahnen

Digitized by Google

einer Großstadt diejenige durch den Plauenschen Grund nach Potschappel baute. Das teilweise tief eingeschnittene Bachtal und die damit bedingte Enge der Straßenverhältnisse bestärkte in ihm erneut seine Idee, das schienengebundene Fahrzeug frei beweglich zu gestalten. Seine Pläne reiften immer weiter aus, und bald verließ er auch wieder den Dienst der Stadt Dresden, um in einem selbständigen Ingenieurbüro die Frage der gleislosen Bahn auf eigenen Wegen zu lösen. Es entstanden seine ersten Versuchsbahnen in Königstein a. d. Elbe, in Monheim/Grevenbrück und im Ahrtal. Ein besonders günstiges Objekt einer großen Mühlentransportbahn führte ihn 1904 nach Wurzen i. Sa.; günstige wirtschaftliche Verhältnisse veranlaßten ihn hier zur Aufnahme der eigenen Montage der von ihm entworfenen Maschinen- und Wagenmodelle. Bald folgten neue Bahnen in Lyon/Charbonnières, Mülhausen i. Elsaß, Drammen b. Christiania (Norwegen), Pirano b. Triest (Italien). In Deutschland wurde in stärkerem Maße bekannt die Personenbahn in Blankenese b. Hamburg, die der Erschließung eines größeren Siedlungsgeländes diente. Wirtschaftlich sehr gut entwickelte sich die Hafen- und Schleppbahn in Altona. Fast alle Bahnen wurden von den Städten, in denen sie liefen, übernommen. Zwei große Anlagen in Algier und Oran waren im Bau. Da machten der Weltkrieg und die folgende Inflation der blühenden Entwicklung der Firma ein jähes Ende; sie konnte sich von diesem Schlag nicht mehr erholen. Erst in den letzten Jahren zeigten sich die Anfänge neuer Entwicklung der gleislosen Bahn. In Amerika und England wuchs die Zahl der gleislosen Bahnanlagen besonders stark, und in Deutschland bewies Direktor Schiffer vom Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk in Essen mit einer Musterbahn in Mettmann-Gruiten, wie zweckmäßig und leistungsfähig bei geringen Betriebskosten die gleislose Bahn betrieben werden kann. Alle diese Bahnen erfüllten Schiemann mit neuer Hoffnung, daß die alte von ihm geschaffene und umkämpfte Idee nun doch noch einem Siege zugeführt werde. Es war ihm im Alter indes nicht mehr vergönnt, die Zeit des Wiederaufstiegs zu erleben. Trotz seines gesunden Optimismus hat ihn diese Tatsache in den letzten Jahren seines Lebens stärker bedrückt, als er selbst seiner nächsten Umwelt zugeben wollte. Mit ihm ist ein Pionier der elektrischen Bahnen hingegangen, dem dank seiner unermüdlichen Schaffenskraft und menschlich wertvollen Eigenschaften das Andenken der Mitwelt sicher ist.

M. Schiemann †.

H. Taaks. — Am 3. I. d. J. beging Herr Ing. Heinrich Taaks in Stuttgart seinen 70. Geburtstag. Er ist ein Pionier der württembergischen Elektrizitätswirtschaft und Inhaber eines in Fachkreisen angesehenen Ingenieurbüros für Maschinenbau und Elektrotechnik. Herr Taaks hat sich um das Gedeihen des Württembergischen Elektrotechnischen Vereins und des Württembergischen Ingenieur-Vereins, in deren Vorstand er wiederholt tätig war, große Verdienste erworben.

E. Rosenberg. — Herr Oberingenieur Erich Rosenberg, München, wurde am 31. I. 1933 beim Amtsgericht München als Sachverständiger für Aufzugswesen einschließlich wirtschaftlicher Fragen öffentlich bestellt und allgemein vereidigt.

Auszeichnungen. — Dem ord. Professor der Experimentalphysik Dr. Viktor F. Hess, Universität Innsbruck, wurde als dem Entdecker der Natur der durchdringenden kosmischen Strahlung der Ernst-Abbe-Gedächtnispreis verliehen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technisches Wörterbuch. Bd. 4: Die wichtigsten Ausdrücke der Elektro- und Radiotechnik. Teil 2: Englisch-Deutsch. Von E. Krebs. 2. Aufl. (Samml. Göschen Nr. 1042.) Mit 179 S. in kl. 8°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1931. Preis geb. 1,80 RM.

Das kleine 179 Seiten umfassende Wörterbuch ist geradezu ein Beispiel dafür, auf wie geringen Raum man ein noch für viele Zwecke brauchbares Lexikon bringen kann, wenn man sich auf die Grundworte und einige der wichtigsten Zusammensetzungen beschränkt. Ein Wort wie „chord-winding" (Sehnenwicklung) hätte man aber wohl aufnehmen müssen, denn die angegebene Verdeutschung von chord mit „Saite" genügt schwerlich, um den Sinn des zusammengesetzten Wortes zu ermitteln. Es fehlen auch noch andere Worte, wie z. B. ampere-turns, back-turns, bobbin, slot, puncture. Bei „clip" hätte man außer „Lasche" auch noch „Bügel" anführen können. Ferner sucht man vergeblich „pitch", das für „Wickelschritt" ebenso gebräuchlich ist wie das aufgeführte „winding-pitch"; dasselbe gilt von annunciator-disc für „Fallklappe", was als Übersetzung von „drop-disc" angegeben ist. Manchmal erscheint auch eine bessere Verdeutschung angebracht, wie z. B. unter „autotransformer" Spartransformator anstatt „Autotransformator". Trotzdem und trotz der bereits vorliegenden umfangreicheren Werke wird sich das Büchlein wegen seines handlichen Formats und billigen Preises behaupten.

W. Kraska.

Besitz, Verkehrsgeltung, Verwirkung im Wettbewerbsrecht. Von Rechtsanwalt Dr. H. Furler. Mit 90 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932, Preis geh. 5 RM.

Die Studie wendet sich an wissenschaftlich interessierte Juristen. Der Verfasser zergliedert unter Verwertung der gesamten Rechtsprechung und der Spezialliteratur die einzelnen Voraussetzungen der Entstehung und des Verlustes eines wettbewerblichen Rechtes. Insbesondere wird die Bedeutung des Besitzes und der Verkehrsgeltung sowie deren begriffsmäßiger Unterschied scharf herausgearbeitet. Dabei ergibt sich, daß die in Geltung befindlichen Gesetzesbestimmungen in vielen Fällen den Anforderungen der Jetztzeit nicht mehr entsprechen. Für die von vielen Seiten geforderte Änderung der Wettbewerbsgesetze hat der Verfasser mit seiner gründlichen Darstellung wertvolle Vorarbeit geleistet.

F. Krahe.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresberichten deutscher elektrotechnischer Gesellschaften[1].

Anmerkungen zur umstehenden Übersicht:

[1] Eine Trennung in Dauerbeteiligungen und vorübergehende Geldanlagen (Effekten) ist noch nicht möglich, da die Posten noch vielfach zusammengezogen werden.

[2] Für 1930 noch keine getrennte Angabe.

[3] Ohne Vorjahrsvortrag und andere Verrechnungen.

Aus den Geschäftsberichten für 1931:

Zu I. Felten & Guilleaume Carlswerk AG.

Anmerkungen:

[4] Davon Beteiligungen 43 602 138 RM.

[5] Davon nicht eingezahlt 1 125 000 RM.

Der Gesamtumsatz des Konzerns ging mengenmäßig gegenüber 1930 um rd. 23 % zurück. Der wertmäßige Umsatz verringerte sich unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Preisbaisse in Rohstoffen und Halbfabrikaten um 32 %. Die Belegschaft der Betriebe einschließlich der deutschen Tochtergesellschaften (Angestellte und Arbeiter) hat sich in den 3 Jahren 1928...1930 auf einer mittleren Höhe von 12 732 gehalten und ist 1931 im Durchschnitt auf 9044 gesunken; auch diese Zahl konnte nicht voll beschäftigt werden. Über Steuern und soziale Abgaben und ihr immer ungünstiger werdendes Verhältnis zum Umsatz wird im Bericht folgendes ausgeführt: Die Steuern der letzten 4 Jahre haben rd. 20 Mill RM betragen. Diesen Steuern stehen die ersten drei Dividendenjahre mit einer Ausschüttung von insgesamt 13,8 Mill RM gegenüber und das dividendenlose Jahr 1931. Im Jahre 1928 hat die Steuerlast 2,8 % des Umsatzes der deutschen Werke des Konzerns betragen, im Jahre 1931 4,1 %; die sozialen Lasten betrugen im Jahre 1928 1,6 %, im Jahre 1931 2,5 % vom Umsatz. Bezüglich des Auslandsabsatzes wird gesagt: Unsere Firma ist von jeher hervorragend am Export nach allen Ländern beteiligt gewesen. Sie kann daher nach allen gesammelten Erfahrungen von ihrer über 50 Jahre zurückliegenden Gründung ab für Autarkiebestrebungen kein Verständnis aufbringen, umso weniger, als die große Bevölkerungszahl Deutschlands doch nur im exportierenden Industriestaat ernährt werden könnte, im besonde-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1191

Digitized by Google

(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931.
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

Werte in 1000 RM.

Name der Gesellschaft	I. Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim	II. Land- u. Seekabelwerke AG., Köln-Nippes	III. Norddeutsche Seekabelwerke AG., Nordenham	IV. Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**11 100** / *11 604*	**3 749** / *3 735*	**4 844** / *5 161*	**5 553** / *5 710*
II. Effekten und Beteiligungen[1]	**47 899**[4] / *50 995*	**8** / *675*	— / —	**524** / *524*
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**4 539** / *7 508*	**838** / *1 952*	**807** / *1 645*	**5 006** / *6 737*
2. Forderungen a) an abhäng. u. Konzernges.	**10 919** / *5493*	**254** / —[3]	**1 541** / *2 184*	**16** / —[3]
b) an sonstige Schuldner	**19 092** / *20 450*	**1 060** / —[3]		**2 520** / *3 704*[3]
3. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**20 401** / *13 643*	**1 568** / *3 749*[5,6]	**72** / *93*	**290** / *459*
Summe III	**54 951** / *47 294*	**3 720** / *6 601*	**2 420** / *3 922*	**7 832** / *10 900*
1931 gegen Vorjahr in %	*+16,0*	*−33,8*	*−38,4*	*−28,2*
B. Passiva				
I. Grundkapital	**66 000**[4] / *66 000*[4]	**5 000**[7] / *2 560*	**2 400** / *2 400*	**10 200**[8] / *10 200*[8]
II. Reservefonds	**5 618** / *4 313*	**457** / *240*	— / *141*	— / *1 497*
III. Unterstützungsfonds	**200** / —	**97** / —	— / —	**294** / *329*
IV. Rückstellungen	**3 743** / —	**58** / —	**100** / *93*	— / —
V. Verbindlichkeiten				
1. aus Anleihen, Hypotheken, Schuldverschreibungen	**19 517** / *20 450*	**11** / *13*		**5 507**[9] / *5 630*[9]
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften	**7 208** / —[3]	**805** / —[3]	**5 258** / *6 446*	**40** / —[3]
3. sonstige	**12 666** / *15 424*	**1 862** / *6 967*		**1 828** / *1 612*
Summe V	**39 391** / *35 574*	**2 678** / *6 980*	**5 258** / *6 446*	**7 375** / *7 242*
1931 gegen Vorjahr in %	*+ 9,8*	*−61,7*	*−18,5*	*+ 2,0*
Bilanzschlußzahl	**115 076** / *119 922*	**8 290** / *10 011*	**7 758** / *9 083*	**17 870** / *19 268*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**1 750** / —	**194** / —	**70** / —	**161** / —
II. soziale Abgaben	**536** / —	**182** / —	— / —	**389** / —
III. Abschreibungen	**7 156** / *1 775*	**353** / *307*	**348** / *509*	**814** / *553*
IV. Jahresreingewinn[3]	— / *4 512*	— / *187*	— / —	— / —
V. Dividende	— / *6½%*	— / *7%*	— / —	— / —
VI. Jahresreinverlust[3]	**197** / —	**88** / —	**775** / *42*	**3 253** / *318*

ren durch eine vielseitige und hochentwickelte Verfeinerungsindustrie und nicht nur durch Förderung und Ausfuhr seiner hauptsächlichsten Bodenprodukte. Die Einfuhr der für die deutsche Lebenshaltung und Verfeinerungsindustrie notwendigen Rohstoffe bleibt uns in keinem Fall erspart; dafür Austauschmöglichkeiten durch Export zu finden, muß unser höchstes Ziel sein.

Die Beteiligungen des Konzerns im In- und Ausland liegen im wesentlichen auf dem Gebiete der Kabel- und Drahtindustrie (zum Konzern gehören auch die beiden anderen Kabelgesellschaften der Zusammenstellung: die Land- u. Seekabelwerke und die Norddeutschen Seekabelwerke), zum kleineren Teil auf den Gebieten der elektrischen Apparate-, Isolierstoff-, Gummiwaren-, Transportanlagen-, Nahfördermittel- und Braunkohlen-Industrie. (Die Eisen- und Stahlbetriebe des Konzerns, die Walzwerke AG. vorm. E. Böcking & Co. und die Felten & Guilleaume Eschweiler Draht AG. nebst zugehörigen Betrieben sind am 1. VII. 1930 in die Felten & Guilleaume Carlswerk Eisen- u. Stahl-AG., Köln-Mülheim, eingebracht worden). Von der 100proz. Beteiligung an der Norddeutsche Seekabelwerke AG. wurde die Hälfte an die Siemens & Halske AG. abgetreten. Bei ausländischen Unternehmungen der elektrotechnischen Branche ist ein Zusammengehen mit der AEG und mit dem Siemenskonzern angestrebt und im gemeinsamen Interesse durchgeführt worden. Die Entwicklungsarbeiten sind vom Konzern eifrig weiter betrieben worden und haben aussichtsvolle Ergebnisse gebracht, insbesondere auf dem Gebiete der Höchstspannungskabel und im Schalterbau.

Zu II. Land- und Seekabelwerke AG.

Anmerkungen:

[6] Einschließlich Effekten.
[7] Davon nicht eingezahlt 750 000 RM.

Der Umsatzrückgang betrug mengenmäßig etwa 37 % gegen das Vorjahr, wertmäßig dagegen rd. 42 %. Die Aufwendungen für Steuern und soziale Lasten ergaben 8,8 % vom eingezahlten Aktienkapital.

Zu III. Norddeutsche Seekabelwerke AG.

Auf dem Guttapercha-Seekabelmarkt haben sich die Verhältnisse durch die fortschreitende Weltwirtschaftskrise im abgelaufenen Geschäftsjahr gegenüber dem Vorjahr noch verschlechtert. Der Umsatz blieb infolge Fehlens von Aufträgen für neue Kabellinien oder Erneuerung von Teilstrecken weit hinter dem notwendigen Maß zurück, und Aufträge auf Vorratskabel usw. konnten bei den anhaltenden Preisunterbietungen der wenigen Guttapercha-Seekabelfabriken untereinander nur zu ruinösen Preisen hereingebracht werden. Die am Ende des vorigen Geschäftsjahres noch bestehende Aussicht auf baldige Wiederaufnahme von Verhandlungen für die Bestellung eines transatlantischen Telephonkabels hat sich infolge der fortschreitenden Wirtschaftsdepression zerschlagen. Das Projekt ist aber nach allem, was der Gesellschaft darüber bekanntgeworden ist, nicht aufgegeben, sondern vorläufig nur verschoben. Die Kapazität der Bleikabelfabrik der Firma konnte wegen des verringerten Auftragseingangs auch nicht voll ausgenutzt werden.

Zu IV. Voigt & Haeffner AG.

Anmerkungen:

[8] Davon nicht eingezahlt 1 875 000 RM Vorzugsaktien.
[9] Einschließlich Darlehen.

Der Verlauf des Geschäftsjahres 1931 war für die Gesellschaft besonders unerfreulich. Der schon im Vorjahre beklagte Rückgang der Aufträge setzte sich unter dauernd größerem Preisdruck im Berichtsjahr fort. Der Umsatz mit den Elektrizitätswerken in Schaltanlagen und Großapparaten hielt sich mit Rücksicht auf den immer weiter sinkenden Stromabsatz, der ein Bedürfnis zur Erweiterung der Anlagen nicht aufkommen ließ, in engsten Grenzen. Der verminderte Absatz von Installationsapparaten zeigte keinerlei Besserung, sondern ging infolge der zunehmenden Verschlechterung der Wirtschaftslage und des Nachlassens der Bautätigkeit weiterhin stark zurück. Die Ausfuhr, die in den letzten Jahren einen gewissen Ersatz für den schrumpfenden Inlandsbedarf zu bieten schien, erlitt durch die krisenhaften Zustände in fast allen Ländern, die sich in einer fortgesetzten Erhöhung der Einfuhrzölle, erschwerten Zahlungseingängen infolge von Devisenmaßnahmen und Bevorzugung einheimischer Fabrikate auswirkten, eine nicht unwesentliche Verminderung. Die Belastung durch Steuern und soziale Leistungen ist, gemessen an dem verringerten Umsatz, von 6,5 % im Vorjahre auf 8 % im Berichtsjahre gestiegen; sie betrug im Jahre 1913 1¼ %. Im Bericht wird weiter die Hoffnung ausgesprochen, daß der Irrwahn, der die Völker augenblicklich in ihrem scheinbaren Eigeninteresse veranlaßt, sich voneinander abzuschließen, bald der Anschauung weicht, daß in den heutigen Zeiten des Weltverkehrs und der Internationalisierung der Wissenschaft und der Technik ein möglichst inniger gegenseitiger Warenaustausch den Nationen allein zu Wohlstand und Segen gereichen kann.

Von den Beteiligungen sind die

Prometheus, elektrische Geräte und Heizeinrichtungen G. m. b. H.

und die

Salvis G. m. b. H., Fabrik elektrischer Koch- und Heizapparate,

deren Kapitalien sich voll im Besitz des Unternehmens befinden, reine Verkaufsgesellschaften. Desgleichen gehören die gesamten Geschäftsanteile der

Eisengießerei Wilhelma G. m. b. H.

der Firma. Sie besitzt außerdem eine Minderheit der Anteile an der

G. Schanzenbach & Co. G. m. b. H., elektrische und lichttechnische Spezialfabrik. *wt.*

Abschluß des Heftes: 17. Februar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 13 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Neue AEG-Gleichstrom-Triebwagensteuerung.

Mitteilung der AEG.

Eine neue von der AEG entwickelte Gleichstrom-Triebwagensteuerung (DRP angemeldet), die sich als Ein- und Zweitriebwagensteuerung insbesondere für Straßenbahnwagen eignet, wurde erstmalig in einen Großraum-Gelenkwagen eingebaut, der anläßlich des 23. Kongresses des Internationalen Vereins der Straßenbahnen, Kleinbahnen und öffentlichen Kraftfahrunternehmen im Haag im Betriebe vorgeführt wurde.

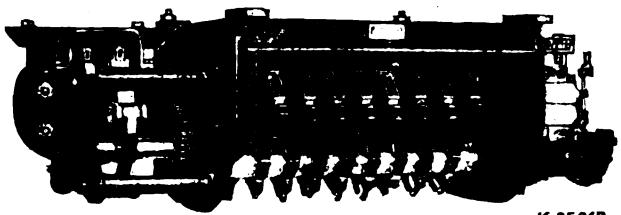


Abb. 1 Fahrschaltwerk.

Die Steuerung besteht in der Hauptsache aus dem ferngesteuerten Fahrschaltwerk, dem Reihen-Parallelschalter und Bremsschalter. Sie erfüllt wichtigste Forderungen des neuzeitlichen Straßenbahnverkehrs.

Im Gegensatz zu dem bisher im Straßenbahnwagen verwendeten handbedienten und grobstufigen Fahrschalter regelt das Fahrschaltwerk (Abb. 1 und 2), nach Ferneinstellung vom Führerstand aus, die Anfahrwiderstände feinstufig und selbsttätig fortschaltend. Das Überschalten von Stufen wird hierbei vermieden, der Führer wesentlich entlastet und ein schnelles und trotzdem sanftes und stoßfreies Anfahren gewährleistet.

Das Fahrschaltwerk ist ein Nockenschaltwerk für neun Reihen- und neun Parallelstellungen der Motor-

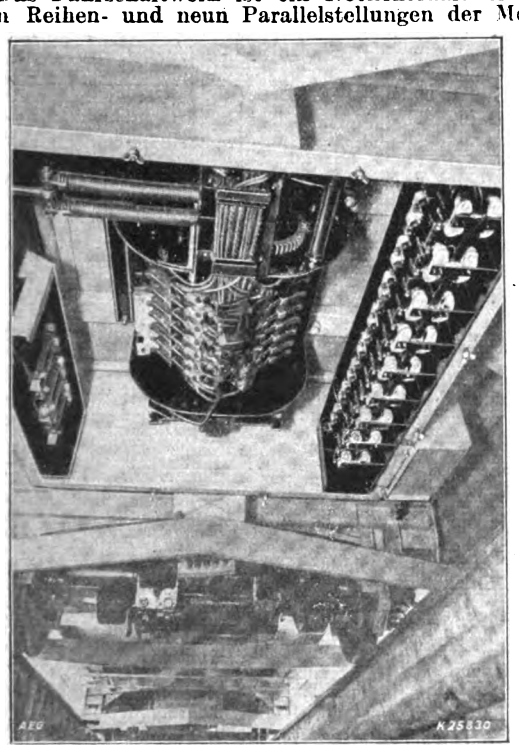


Abb. 2 Eingebautes Schaltwerk. Ansicht von der Montagegrube, äußere Schutzverkleidung abgenommen.

gruppen und Widerstände. Ein Zugsolenoid dreht die Nockenwalze über die neun Reihenstellungen und spannt dabei gleichzeitig eine Feder; die Federspannung dreht dann die Nockenwalze in entgegengesetzter Drehrichtung über die Parallelstellung zurück. Durch diese Anordnung, bei der für die Reihen- und für die Parallelschaltung die gleichen Kontakte verwendet werden, ergeben sich sehr kleine Abmessungen für das Schaltwerk. Eine vom Anfahrstrom beeinflußte Hemmeinrichtung regelt die Schaltgeschwindigkeit des Schaltwerkes und schützt Motoren sowie Unterwerk gegen Überlastung.

Die Hemmeinrichtung besteht aus zwei miteinander und mit der Welle des Schaltwerkes gekuppelten Kolben, deren beide Zylinder mit Öl gefüllt und durch eine Umlaufleitung miteinander verbunden sind.

Das selbsttätige Durchschalten des Schaltwerkes geschieht nur bis zu der vom Führer eingestellten Fahrstellung, z. B. „Reihe", „Parallel" oder „Feldschwächung". Durch die Fernbedienung kann das Schaltwerk für beide Führerstände gemeinsam vorgesehen und auch mit dem Schaltwerk eines zweiten Triebwagens durch eine Steuerstromkupplung mit wenigen Adern verbunden werden. Die Fahrleistung wird aber nicht an den Schaltwerkkontakten, sondern

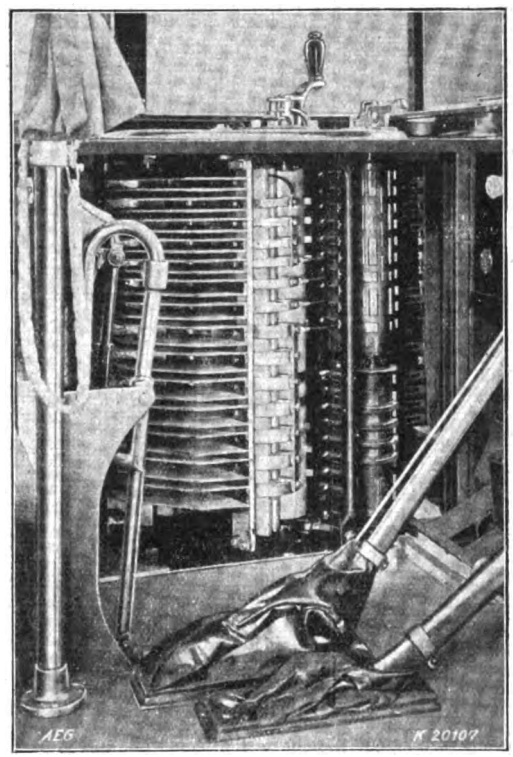


Abb. 3 Führerstand mit geöffnetem Bremsschalter.

durch drei elektromagnetische auch zur Reihen-Parallelschaltung der Motoren dienende Schütze, die unter einer Längssitzbank des Wagens eingebaut sind, sowie durch zwei Nockenschalter des Bremsschalters abgeschaltet. Eine magnetische Blasung an den Schaltwerkkontakten erübrigt sich deshalb.

Der im Führerstand befindliche Bremsschalter (Abb. 3), der hauptsächlich zum Schalten der Kurzschlußbremse dient, enthält neben den Starkstrom-Bremskontakten auch wenige schmale Steuerstromkontakte, mit denen das Fahrschaltwerk und die elektromagnetischen Schütze ferngesteuert werden. Der Bremsschalter selbst ist aus Sicherheitsgründen nicht ebenfalls zentral wie das Fahrschaltwerk, sondern handbedient angeordnet. Der Führer kann daher mit der Kurbel von jeder der drei Fahrstellungen aus unmittelbar wie bei jedem Starkstromfahrschalter auf Bremsstellung schalten. Der Bremsschalter, der außer den Steuerstrom- und Bremskontakten nur die Umschalt- und Bremswendewalze enthält, hat eine niedrige Bauhöhe; er kann daher bequem vom sitzenden Führer bedient werden. Günstige Kontakthebelverhältnisse zwischen Rolle, Drehpunkt und Kontaktstelle des Nockenschalterelements, geeignete Anordnung der wenigen Kurbelstellungen und große Winkelwege zwischen den einzelnen Stellungen gewährleisten überdies ein sicheres und müheloses Schalten.

Erwähnt seien noch die niedrigen Unterhaltungskosten der Steuerung infolge geringfügiger Abnutzung der Einzelteile.

Digitized by Google

Elektro-Physiker
Dipl.-Ing., z. Z. Physik-Hochsch.-Ass., sucht neuen Wirkungskreis. Spez.: Hochfrequenz u. Hochspannung, sowie Meßtechnik. Gut. engl. Sprachkenntnis. Off. u. **E. 3156** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Zum sofortigen Eintritt sucht **junger**
Elektro-Ingenieur
mit guten theoretischen Kenntnissen und bester praktischer Ausbildung
Stellung.
Große Erfahrung in Installation, Bau u. Reparatur von Motoren und Radioanlg. auch kaufmännische Kenntnisse vorhanden. Bei niedr. Geh.-Anspr. Gefl. Ang. erb. u. **E. 3158** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Hartpapier-Spezialist
Masch.-Werkz.-Bau-Fachmann
Techn. Absolv. s. Stellg. als Betriebsmann, evtl. i. Ausld. Gute Kenntn., langj. Erfahrg. u. Neuheiten stehen z. Verfüg. Ang. erb. u. **E. 3148** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektrische Küche
Spezialist führt Werbung durch. Vorträge, Probekochen, Ausstellungen, Kochlehrgänge. Gründl. Erfahrung in Montage von Herden u. Speichern. Ang. unt. **E. 3149** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektrotechnische Großfirma
sucht
Diplomingenieure
zum Vertrieb elektrisch. Meßgeräte. Es kommen nur Herren in Betracht, die über gründliche Kenntnisse und eine nachweislich erfolgreiche Tätigkeit auf dies. Sondergebiet verfügen. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Gehaltsansprüchen u. **E. 3152** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Elektrotechnische Fabrik in Westfalen sucht
Abnahmebeamten
der mit der Nachprüfung von Einzelteilen und Fertigerzeugnissen von Installationsmaterial und den einschlägigen VDE-Vorschriften genauestens vertraut ist. Angebote mit Bildungsgang, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erb. u. **E. 3154** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur — Konstrukteur
mit Erfahrungen in der Glühlampen- u. Radioröhrenfabrikation, schöpferisch veranlagt, arbeitsfreudig, umsichtig u. zuverlässig, gesucht. Handgeschriebene Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen und Gehaltsansprüchen unter **E. 3160** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Großes Elektrizitätswerk Mitteldeutschland
sucht für 1. 4. 33 eine mit allen einschlägigen Fragen der Stromwerbung vertraute [3161]
gewandte jüngere Werbedame
(ev. Gewerbelehrerin)
die über Erfahrungen in Lehrvorträgen verfügt. Angeb. mit Gehaltsanspr., Antrittstermin, Lebensl., Zeugnisabschr. u. Bild bis zum 1. 3. 33 unter **G. E. 179** an **Invalidendank, Dresden-A. 1.**

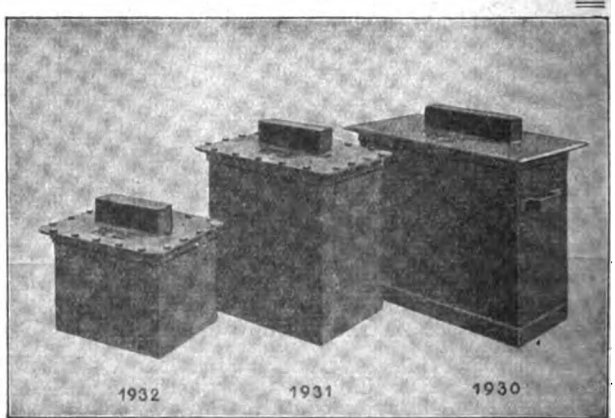
Älteres Fabrikations-Unternehmen
sucht
Elektro-Ingenieur
für elektr. Heiz- und Koch-Geräte
(Konstruktion u. Fabrikat.-Leitung).
Nachweis über Erfahrung und Befähigung erforderlich.
Ausführl. Ang. unt. **E. 3155** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Als **Generalvertreter**
für Berlin evt. Brandenburg
und als selbst. Leiter unseres Berliner Verkaufsbüros suchen wir einen kaufmänn. befähigten durchaus zuverlässigen **Herrn** mit Erfahrg. i. d. Konstr. u. Mont. el. Masch., Prüffeldpraxis, mit nachweisbaren Verkaufserfolgen, Verhandlungstalent, fähig zur Anleitung von Untervertretern usw. Ausführl. Lichtbildangebote u. **E. 3163** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 18.

JAROSLAW-KONDENSATOREN
für Blindstromkompensation

Beseitigen die Blindstromkosten
Entlasten das Stromnetz und beseitigen Spannungs- und Leitungsverluste in hohem Maße
Ermöglichen die Verwendung kleinerer Transformatoren
Einfachste Installation
Niedrige Anschaffungskosten
Amortisation in wenigen Monaten
Keine Fundamente, keine Wartung
Fordern Sie bitte unsere Druckschriften Z 161



JAROSLAW
BERLIN-WEISSENSEE, LEHDERSTRASSE 34-35, E 6 WEISSENSEE 4121

Digitized by Google

ETZ

Zur Ausstellung
des Vereins „Haus der Elektrotechnik“
Leipziger Frühjahrsmesse 1933

Berlin, den 2. März 1933

INHALT:

Seite

Die Messe im Zeichen der Umstellung.
Von K. Elfe 193

Formen des Kleinmotors.
Von F. Bunzl-Gecmen 194

Umstellung bestehender Quecksilberdampf-Glasgleichrichter-Anlagen auf die Verwendung gittergesteuerter Glaskörper. Von H. Fröndt 197

Regelschalter für Anzapftransformatoren.
Von L. Haag u. O. Schwenk 199

Der gegenwärtige Stand der Fernsprech-Nebenstellentechnik in der Welt.
Von F. Lubberger 201

Neuartige Bauweise von Schaltgeräten.
Von W. Höpp 203

Ölose Leistungschalter (Wasserschalter) Bauart Brown Boveri 205

Nachrichten aus der Industrie 207

Einrohr-Durchführungen — Absuchen von Mittelspannungs-Freileitungen nach Isolatoren mit Haarrissen — **Verbindungsmuffen** für Adervertauschung — **Transformatoren** mit stufenloser Regelung — Motoren mit **Preßgußanker** — Neue Wege im Bau gekapselter **Niederspannungs**-Verteilungen — Ein neuer Schnellregler **(Kohledruckregler)** — Leistungstrennschalter — **Ein- und zweiphasiges** unabhängiges Überstrom-Zeitrelais — **Neue** Hochspannungs-Schaltertypen — Der **Druckluftantrieb** für Schaltgeräte — Selbsttätige **Schaltgeräte** — Neuer Öl-Schubtrennschalter — **Berührungssichere** Gleitwiderstände — Quittungschalter mit **Meldelampe** — Neuer Erdungsmesser — Neues **Verfahren** zur eindeutigen Ermittlung des Höchstver-

Digitized by Google

brauchs — Einheits-Dekadenwiderstand — Der Siemens-Kompensograph — Handleuchte aus Isolierstoff — Federnde Fassungen, ein wirksamer Glühlampenschutz — Neue Glühlampen — Ein Weichen-Auftaugerät — Der neue Spar-Vollherd — Der Bandventilator — Eine heizbare Waschmaschine — Neue Wege in der Herstellung von Höhensonnen — Erzeugnisse der Firma Christian Geyer G. m. b. H. — Neues Installationsmaterial — Neue Kabel-Hausanschlußkästen — Ein neuer Drehschalter — Motoren für Haushalt-Nähmaschinen — Geräuschlos arbeitende Aufzugsapparate — Die Rasiermaschine — Neuerungen an Elektro-Kühlmittelpumpen für Werkzeugmaschinen — Zeitrelais universeller Verwendbarkeit — Erzeugnisse des Dralowid-Werks — Monette-Hochohmkordel — Das Bullard-Dunn-Verfahren — Aufbereitung von Transformatorenöl durch Schleudern unter hohem Vakuum —Oxydationsfreie Lötungen — Schraubensicherung mit Messingschutzring — Genauigkeits-Bohr- und Drehstahlhalter — Pionierarbeiten in der Preßstoff-Technik.

Nachrichten von der Leipziger Frühjahrsmesse 1933 223

Vereinsnachrichten 223

Sitzungskalender 224

Branchenregister 224

Bezugsquellenverzeichnis 224

Digitized by Google

Verzeichnis

...em Heft mit Anzeigen vertretenen Firmen.

	Seite
... Robert, G. m. b. H., Berlin-Steglitz	63
...-Fabrik Akt.-Ges., Berlin SW 11	44
...-Fabrik Wilhelm Hagen G. m. b. H., Soest	6
..., A.-G., Ensheim/Saar	63
...haft für Hochvoltisolation, Dresden-A. 39	10
...ndustrie u. Imprägnierwerk Aulendorf G. m. ...gen a. M.	71
...ktricitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40 2, 3, 18, 19, 49,	65
... u. Kabelwerke A.-G., Berlin O 112	57
...ektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin-Char-	29
... Elementefabrik System Zeiler A.-G., Berlin	67
..., St. Georgen	73
... Co., Kondensatorenfabrik G. m. b. H., Berlin-	1
...abelwerk Riffelmacher & Engelhardt A-G., ...rnberg	62
...rauben- und Federnfabriken Richard Bergner ...abach b. Nürnberg	59
...h, Kierspe-Bahnhof i. W.	58
...ktricitäts-Werke A.-G., Berlin N 65 5,	15
...t-Treppenautomaten- und Schaltuhrenfabrik ... & Schmidt, Berlin-Neukölln	64
...m, Maschinenfabrik, Villingen	61
...portanlagen G. m. b. H., Leipzig-N. 22	55
...ruchsal, Bad.	74
...er, Mannheim	35
... & Cie., Mannheim 22,	23
..., G. m. b. H., Magdeburg-Buckau	77
...el Gesellschaft m. b. H., Hamburg 1	37
...täts-Aktiengesellschaft, Duisburg	61
... & Co., A.-G., Berlin-Charlottenburg	34
..., München 25	36
... & Co., G. m. b. H., Kierspe i. Westf.	67
...h., Wwe., Blechhammer, Thür.	76
...trizitätswerke zu Aachen Garbe, Lahmeyer ..., Aachen	17
...rlöscher-Bauanstalt Wintrich & Co., Bens-	79
...lwerke A.-G., Berlin O 112	55
... Kugelhalter Gesellschaft, Schweinfurt	70
...phonwerke und Kabelindustrie A.-G., Berlin	12, 13
...enwerke A.-G., Bochum	8
...ktiengesellschaft Hydrawerk, Berlin N 20	31

Digitized by Google

Elektro-Isolier-Industrie, Wahn (Rhld.) 59
Elektromotoren-Werke Kaiser, Berlin-Tempelhof 9
Elektrotechnische Fabrik J. Carl G. m. b. H., Oberweimar i. Thür. 62
Emag Auffang- u. Betriebsgesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M. 68
Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter, Leipzig 2 60

Fabrik elektrischer Apparate Sprecher & Schuh A.-G., Aarau/Schweiz 68
Fein, C. & E., Stuttgart 79
Firchow, Paul, Nachfgr. — Landis & Gyr A.-G., Berlin SW 61 11

Georgii Elektro-Motoren-Apparatebau A.-G., Stuttgart . . 76
Geyer, Christian, Nürnberg 56
Glasfabrik Wilhelmshütte G. m. b. H., Gräfenroda i. Thür. . 74
Gmeiner, Robert, Werkstätten f. Feinmechanik, München NW 79
Gossen, P., & Co., Komm.-Ges., Erlangen 24
Guggenheimer, Dr. Siegfr., A.-G., Nürnberg 28

Hackethal-Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover . . 28
Hahn & Kolb, Stuttgart 47
Hannemann, Gebr., & Cie. G. m. b. H., Düren 71
Heemaf S. K. A. Motorenwerk A.-G., Dortmund 30
Hellux A.-G., Hannover 71
Hermann, H. S., G. m. b. H., Berlin SW 19 76
Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., Hermsdorf, Thür. 25
Hirschwaldsche Buchhandlung, Berlin NW 7 80
Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock . . . 48
Hofmann, J. Wilhelm, Kötzschenbroda 32
Holländische Draht- und Kabelfabrik A.-G., Amsterdam 52, 79
Holtzmann, Emil, Speyer a. Rh. 77
Horn, Guido, Maschinenfabrik, Berlin-Weißensee 10

I. G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M. 9
Industrie-Werk Auma Ronneberger & Fischer, Auma . . 75
Isola-Werke A.-G., Birkesdorf 24

Jahre, Richard, Spezialfabrik für Kondensatoren, Berlin SO 16 36
Jaroslaw's Erste Glimmerwarenfabrik in Berlin, Berlin-Weißensee 38
Junghanns & Kolosche, Leipzig-R. 74

Kabel- und Metallwerke Neumeyer A.-G., Nürnberg 2 . . 26
Kabelwerk Rheydt A.-G., Rheydt/Rhld. 53
Kade & Co. G. m. b. H., Sänitz O.-L. 62, 79
Kehrs, C. W., & Co. G. m. b. H., Kettwig/Ruhr 66
Klöckner, F., Komm.-Ges., Köln-Bayenthal 43
Koch & Sterzel A.-G., Dresden-A. . . . . IV. Umschl.-S.
Koepfer, Jos., & Söhne G. m. b. H., Furtwangen 76
Kostal, Leopold, Lüdenscheid 65
Köttgen, H., & Cie., Berg.-Gladbach 71
Krone & Co., Berlin-Baumschulenweg 4
Krupp, Fried., A.-G., Essen 21, 67
Krupp, Fried., A.-G., Friedrich Alfred Hütte, Rheinhausen 75
Kugelfischer, Erste automat. Gußstahlkugelfabrik vorm. Friedr. Fischer, Schweinfurt 27
Kugella, vorm. Max Roth G. m. b. H., Mittelschmalkalden . 67
Küppers Metallwerke G. m. b. H., Bonn 76

Langbein-Pfanhauser-Werke A.-G., Leipzig 65
Levy, Dr. Max, G. m. b. H., Berlin N 65 51

Digitized by Google

Lindner & Co., Jecha-Sondershausen 26
Löw, Emil, Elektro-keram. Ofenfabrik, Baden-Oos 77

Mackie, James, & Sons, Ltd., Belfast (Irland) 62
Maehler & Kaege A.-G., Nieder-Ingelheim 58
Magnet-Schultz G. m. b. H., Memmingen 75
Marawske, Ernst, Berlin C 54 73
Maschinenbau für Glühlampen- u. Glasindustrie G. m. b. H., Berlin-Tempelhof 76
Maschinenfabrik Sürth A.-G., Sürth b. Köln 65
Meirowsky & Co. A.-G., Porz a. Rh. 41
Meissner, Arthur, Potsdam 66
Metallwerk Elektra G. m. b. H., Gummersbach 77
Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld 45
Meye, J., & Co. G. m. b. H., Stuttgart 69
Mix & Genest A.-G., Berlin-Schöneberg 53
Moeller, H., Komm.-Ges., Köln a. Rh. 51
Möhling & Co., Komm.-Ges., Dahle, Kreis Altena 75
Möller, Conrad, Fahrzeugbau G. m. b. H., Berlin-Tempelhof 63
Müller & Ziegler, Nürnberg 70
Muth & Co., Nürnberg-O. 58

Neolitwerk A.-G., Dessau 73
Neumann, E., Hochspannungs-Apparate G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5 5
Norma Instrumenten-Fabrik Bonwitt & Co., Wien XI . . 20
Nostitz & Koch, Chemnitz 58
Nürnberger Schraubenfabrik und Façondreherei, Nürnberg 69

Oemig, Alfred, & Co., Hartha i. Sachs. 60
Osnabrücker Kupfer- u. Drahtwerk, Osnabrück 6

Poetter & Schütze G. m. b. H., Essen-Rellinghausen . . . 77
Porzellanfabrik zu Kloster Veilsdorf, Veilsdorf a. Werra u. Meuselwitz i. Thür. 52
Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A.-G., Selb i. B. u. Berlin W 9 14
Preh, J., jun., Neustadt/Saale 73
Preßspanfabrik Untersachsenfeld Actiengesellschaft vorm. M. Hellinger, Untersachsenfeld 60
Prestag Preß- und Stanzwerkstätten G. m. b. H., Berlin-Neukölln 54
Pyro-Werk Dr. Rudolf Hase, Hannover 57

Rademacher, Ernst, Düsseldorf 69
Ramesohl & Schmidt A.-G., Oelde i. Westf. 57
Rectron G. m. b. H., Berlin W 35 38
Rheinische Kohlenbürstenfabrik A.-G., Ahrweiler 74
Rhenania-Ossag Mineralölwerke, Hamburg 7
„Rheostat" Spezialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden-N. 23 20
Ribau G. m. b. H., Berlin SO 16 76
Ringsdorff-Werke A.-G., Mehlem a. Rhein 7
Rittershaussens Wärmespeicher Bau und Vertrieb G. m. b. H., Kassel 74
Römmler, H., Aktiengesellschaft, Berlin W 62 68
Ruhstrat, Gebr., A.-G., Göttingen 54
Rumpff, Dr.-Ing. Hans, Bonn 66

Sachs, Ernst, Berlin-Lichterfelde-West 9
Sachsenwerk Licht u. Kraft A.-G., Niedersedlitz, Sachs. . . 16
Sächsische Dynamobürstenfabrik Franz Kostorz, Heidenau, Sachsen 79
Schenck, Carl, G. m. b. H., Darmstadt 64
Schieder, Karl, Metallwarenfabrik, Nürnberg-S. 50

Digitized by Google

Schiele & Bruchsaler Industriewerke A.-G., Hornberg (Schwarzwaldbahn) 39
Schiffmann, A., München 2 C. 69
Schlenker, Joh., Metallwarenfabrik, Schwenningen a. N. . . 77
Schlothauer, C. & F., Ruhla . . . . . Umschlag S. III, 79
Schoeller & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Süd 64
Schoeller & Hoesch G. m. b. H., Gernsbach (Bad.) 4
Schönheit, Franz, Maschinenfabrik, Gräfenthal, Thür. . . 75
Schorch-Werke A.-G., Rheydt 42
Schuler, L., A.-G., Göppingen (Wttbg.) 82
Schunk & Ebe, Gießen 61
Schwarzfärber & Co., Nürnberg 75
Schwenk, Paul, Stuttgart 66
Seehase, Dr.-Ing., Berlin SO 36 79
Selinger, Oscar, Berlin S 42 74
Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt 40
Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt Umschl.-S. I
Skoda-Werke A.-G., Prag 46
Söll, Gebrüder, Hof a. Saale 73
Spezialfabrik elektrischer Steuerapparate Gebr. Cruse & Co. K.-G., Dresden-N. 30 4
Springer, Julius, Verlag, Berlin W 9 72
Stabilovolt G. m. b. H., Berlin-Tempelhof 77
Steatit-Magnesia A.-G., Holenbrunn/Oberfr. u. Berlin-Pankow 33, 35
Steatit-Magnesia A.-G., Dralowid-Werk, Berlin-Pankow . . 73
Steinmüller, L. & C., Gummersbach 59
Stemmann, August, Fabrik elektrot. Artikel, Münster i. W. 34
Süddeutsche Isolatoren-Werke G. m. b. H., Freiburg i. B. . 77
Sursum Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Nürnberg-N. . 64
Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 63
Tenner, Armin, Nachf. G. m. b. H., Cottbus 75
Therma Mecano Gesellschaft, Düsseldorf . . . Umschl.-S. III
Thiel, Gebrüder, G. m. b. H., Ruhla 37
Thiel & Schuchardt A.-G., Ruhla 70
Transformatoren- und Apparate-Fabrik Nürnberg, Hans Magnus, Nürnberg-S. 76
Vahle, Ing. Paul, G. m. b. H., Dortmund 61
Venditor Kunststoff-Verkaufsgesellschaft m. b. H., Troisdorf, Bez. Köln 56
Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin-Charlottenburg 4 . . . . . 74, 78
Vereinigte Deutsche Nickel-Werke A.-G., Schwerte/Ruhr . 70
Viebahn, Adolf, Maschinenfabrik, Gummersbach 60
Vogel, C. J., Draht- u. Kabelwerke A.-G., Berlin-Cöpenick 50
Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M.-Ost . . Umschl.-S. II
Voith, J. M., Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz . . 16
Wester, Ebbinghaus & Co., Hanau a. M. 6
Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin SO 36 . . . 33
Wieland, Fritz, Elektrotechnische Industrie, Bamberg . . 4
Winter, Ernst, & Sohn, Hamburg 19 68
Wunderle, J. Ed., Mainz-Kastel 79
Zera, Königswinter a. Rh. 10
Zeva Elektricitäts A.-G., Kassel-Wilh. 79

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

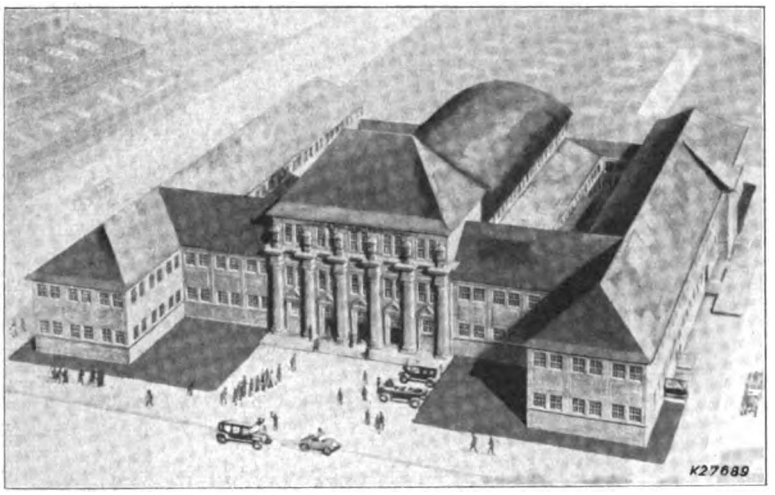
54. Jahrgang | Berlin, 2. März 1933 | Heft 9

Die Messe im Zeichen der Umstellung.

Von Kurt Elfe, Vorstandsmitglied der AEG.

Wie ein gesundes Lebewesen nach Überwindung von Krankheiten und Krisen im Laufe der Zeit gegen ähnliche Gefahren meist immer widerstandsfähiger wird, so bildet auch jeder von Natur aus starke und lebensfähige Wirtschaftskörper aus sich heraus die Abwehrkräfte zu seiner Erhaltung. Glieder und Zellen, welche sich im Zustand des Wohlseins kaum ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und Nützlichkeit erinnern, werden durch einen Unfall, der irgendwo das Zellengebilde stört oder zerstört, plötzlich alle in Mitleidenschaft gezogen und zu einer bewußten Gemeinsamkeit zunächst des Leidens und darauf zum disziplinierten Kampf gegen das Leiden aufgerüttelt. Dabei zeigt sich, daß die Gesetze des Handelns mehr instinktiv gewollt als von vornherein mit der Vernunft erfaßbar oder festlegbar sind.

Das ringende Gebilde hat eine eigene Ordnung und Gesetzlichkeit nach innen und außen, die oft erst nachträglich erkennbar ist, wenn das Wesen sich bereits auf die neuen Bedingungen seiner Existenz umgestellt hat. Das gilt auch für Leipzig.



Haus der Elektrotechnik.

Die Messe ist im Laufe der letzten Jahrhunderte zu einem lebenden Modellkörper der Wirtschaft geworden, der wie der gläserne Mensch ein Abbild aller Fäden des Blut- und Stoffkreislaufes bietet. Zustände des Wachstums oder Alterns, der Krankheit und Genesung treten in dieser großartigen Schau einer Gemeinschaftsarbeit der Betriebs- und Vertriebszellen von Industrie und Gewerbe für fast alle Gebiete menschlichen Schaffens zutage. Dabei liegt das Bewundernswerte weniger in den Mitteln der äußeren Aufmachung, deren Aufwand mit dem Stand der geschäftlichen Verhältnisse naturgemäß wechseln muß, als in der Offenheit des Angebotes von Leistungen aller Art durch Konkurrenten, die in selbstgewollter Ordnung und Disziplin nebeneinander ihren Kampf um den Markt und die Existenz führen.

Jenes zentral-wirtschaftliche Aufgebot wandelt sich von Jahr zu Jahr je nach dem Gegenspieler „Konjunktur", die zum Teil als kurzfristige Oberwelle oder auch in längeren Zeiträumen mit der Amplitude größerer Grundwellen von Aufschwung und Niedergang in Erscheinung tritt. Verfolgt man im Laufe der allerletzten Zeit den Grundcharakter besonders der technischen Messe, so beobachtet man eine Umstellung der Beteiligten, die weitere Schlüsse zuläßt:

Nämlich einmal den Übergang von der egozentrischen Repräsentation zur informatorischen Schau im Sinne eines Kundendienstes der einzelnen Fachgruppe gegenüber ihren Interessenten und ferner die stärkere Bevorzugung des mittleren Verbrauchers als Gegenstand der Werbung im Vergleich zu dem früher als Abnehmer im Vordergrund stehenden Großkunden.

Für die Großkunden besteht heute nicht mehr das Problem in der Beschaffung geeigneter Produktionsmittel zur Befriedigung des Bedarfs, sondern in der rentablen Ausnutzung der vorhandenen Einrichtungen, und damit konzentriert sich auch deren Interesse vorzugsweise auf den mittleren und kleinen Verbraucher, der durch Strombedarf, Verkehr, Transport und sonstige Anforderungen in seiner Masse der Träger der Wirtschaft ist. Die Bedürfnisse des mittleren Unternehmens an Licht, Kraft und Wärme sowie der Haushaltungen sind Kernpunkt der Werbung geworden. Diese richtet sich nicht nur in ihren Drucksachen, sondern auch in der Schaustellung offensichtlich nach den verschiedenen Verbrauchergruppen der Gewerbe und Industrien, d. h. man studiert nicht nur deren Stände, sondern bringt sich auf ihnen als Zulieferer nach Möglichkeit zur Geltung, tritt also aus der eigenen geschlossenen Fachschau heraus und erscheint nebenher als Aussteller dezentralisiert bei den Kundengruppen.

Verteilung und Verbrauch beherrschen auch die neuen Entwicklungen, wobei der Preisdruck ein großes Sichten unter den Typen mit sich bringt und doch gleichzeitig neue formschöne und nie geahnte Lösungen hervorruft.

Diese Fortschritte sind für heutige Verhältnisse vielleicht ebenso hoch zu bewerten wie manche primäre technische Erkenntnis der letzten Jahrzehnte.

Das Problem des Vertriebs ist derart stark in den Vordergrund getreten, daß man nach den „Entwicklungsjahren der Technik" von einem „Zeitalter der angewandten Technik" reden darf. Man erinnert sich, daß auch der Übergang von der reinen zur angewandten Physik seinerzeit unerhörte Krisen grundlegender Anschauungen nach sich zog. Allerdings waren sie nicht jedermann so drückend fühlbar, weil diese Umstellung sich nur auf geistigem und nicht auf wirtschaftlichem Gebiet abspielte. Jetzt handelt es sich um ein scharfes Aussieben zwischen übersteigerter „Technik an sich" und dem wirtschaftlich Notwendigen.

Wenn jede Produktionstätte den Fortschrittsgedanken in diesem Sinne korrigiert, d. h., wenn die technischen Kräfte nicht mehr den künstlich gewollten, sondern den

Digitized by Google

tatsächlichen Bedarf der Verbraucher und Gebraucher zum Maßstab ihres Schaffens machen, ist der Aufschwung gesichert.

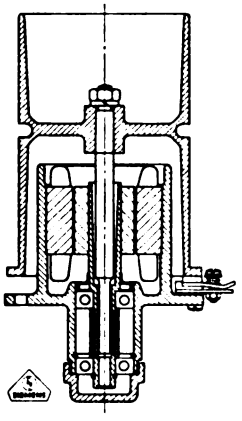
In diesem Sinne ist die Große Technische Messe in Leipzig durch ihre stetige in straffer Ordnung bestehende Wiederholung ein beachtenswerter Schiedsrichter, Lehrmeister und Schrittmacher für alle Fachgruppen der Industrie. Deshalb spielen alle müßigen Erwägungen über gegenwärtige Umsatzmöglichkeiten und -ergebnisse keine ausschlaggebende Rolle für die Entscheidung, ob die Messe und eine Beteiligung an ihr in Krisenzeiten zu bejahen sei. Die Technische Messe ist und bleibt jenes durchsichtige lebende Modell für das Spiel der Kräfte zwischen Hersteller und Verbraucher, und die tausendjährige Bühne Leipzigs wird sich auch im Zeichen der Umstellung als krisenfest bewähren.

Formen des Kleinstmotors.

Von **F. Bunzl-Gecmen**, Berlin.

Das Gebiet des Kleinstmotors ist der Leistungsbereich von 500 W abwärts, das sind Leistungen von einer starken Menschenkraft bis zu Bruchteilen eines Watt. Gerade in diesem Gebiet zeigt der Elektromotor eine große Mannigfaltigkeit der Formen und Arten sowohl in elektrischer wie in konstruktiver Beziehung infolge der bei den kleinen Kräften und Massen gesteigerten physikalischen und mechanischen Möglichkeiten. Wie die belebte Natur mit der Verkleinerung der Erscheinungsformen vielgestaltiger und reichhaltiger wird, so findet auch das elektromotorische Problem in den Bereichen der kleinsten Leistungen eine Fülle geistreicher Lösungen, die für größere Leistungen nicht verwirklicht werden können. Dieser Arten- und Formenreichtum gibt dem Kleinstmotor eine Anpassungsfähigkeit, die von keiner anderen Kraftmaschine auch nur annähernd erreicht wird, und führt zur organischen Verbindung mit Geräten, Werkzeugen, Arbeitsmaschinen, in deren Entwicklung der Motor seine individuelle Daseinsform verliert und sich zum belebenden Organ verwandelt. In der weiteren Folge führt diese Entwicklung zu neuen Arbeitsmethoden im Produktionsprozeß, aber auch im Büro und Haushalt.

Abb. 1. Elektrospindel für Baumwolle. Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer, 10 000 bis 15 000 U/min.



Maßstab 1 : 4

Abb. 2. Elektrozwirnspindel für Kunstseide. Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer, 10 000 ··· 15 000 U/min.

Der Verwendung nach kann man 2 grundsätzliche Richtungen unterscheiden: den Arbeitsmotor und den Verstellmotor. Das Gebiet des Arbeitsmotors umfaßt auch das Elektrowerkzeug, Haushaltungs-, Büromaschinen und motorische Apparate für medizinische Zwecke, während der Verstellmotor Befehls- oder Schaltimpulse überträgt oder unmittelbar zur Verstellung von Meß- und Zählvorrichtungen dient.

In der Industrie liegt die Verwendung als Arbeitsmotor auf der Entwicklungslinie des Antriebsproblems, das den Elektromotor unter Ausschaltung mechanischer Transmissionen direkt an die Arbeitswelle heranrückt. Diese Entwicklung führt zu einer Aufspaltung der Einzelleistungen und unter Umständen bis zum Kleinstmotor. Ein Beispiel dafür ist der elektrische Spindelantrieb (Abb. 1). Der Rotor eines kleinen Drehstrom-Kurzschlußläufers sitzt unmittelbar an Stelle des Wirtels auf der Spindel. Die Spinnmaschine, die im übrigen einer mechanischen gleicht, vereinigt z. B. 500 solcher Elektrospindeln. Die zweipoligen Drehstrommotoren liegen an einem Netz höherer Frequenz entsprechend einer mittleren Drehzahl von 10 000 ··· 15 000 U/min. Die Regelung erfolgt durch Veränderung der Frequenz. Bei Zwirnspindeln für Kunstseide wird das Spinngut von einem Zylinder abgespult (Abb. 2). Der Motor kann innerhalb des Zylinders untergebracht werden, nimmt also für sich keinen Platz mehr in Anspruch. Die Konstruktion, die von den Siemens-Schuckertwerken entwickelt wurde, ist auch durch die Verwendung einer elastischen Spindel interessant, die ein selbständiges Einstellen in die Trägheitsachse gestattet. Die elastische Welle wurde auch bei der elektrischen Spinnzentrifuge für Kunstseide und Bastfasern angewendet (Abb. 3).

Maßstab 1 : 6

Abb. 3. Spinnzentrifugen-Antrieb für Kunstseide und Bastfasern. Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer 6000 ··· 15 000 U/min.

Besonders vielartig sind die Aufgaben, die dem Kleinstmotor in seiner Verwendung als Verstellmotor in Industrie- und Kraftwerksbetrieben gestellt werden. Mit der Verbreitung der Fernsteuerung von Motoren, Fernregelung und Automatisierung der Betriebe entsteht ihm hier ein sich rasch vergrößerndes Anwendungsgebiet, das zu einer Fülle von Ausführungen für die Betätigung von Schaltern, Drehzahlverstell- und -regelungsvorrichtungen geführt hat (z. B. Abb. 11).

Während in Werksbetrieben der Drehstrommotor auch als Kleinstmotor vorherrscht, überwiegt im Elektrowerkzeug, in den Apparaten des Haushaltes, für medizinische Zwecke und für Büromaschinen-Antriebe der Universalmotor zum Anschluß an Gleich- und Wechselstrom-Lichtleitungen (Abb. 4). Die Vorteile seiner An-

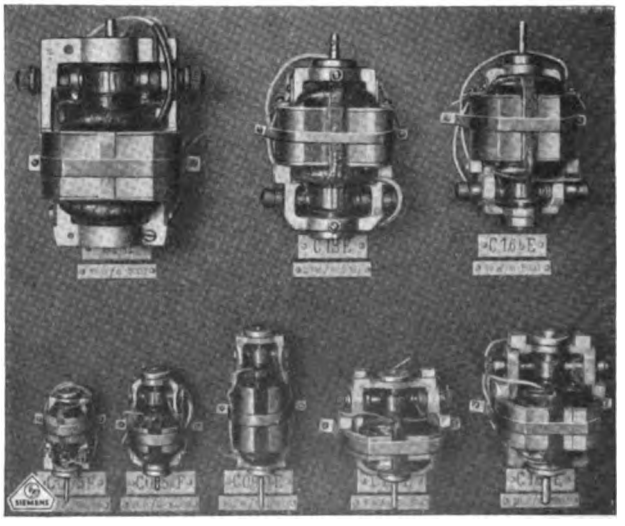


Abb. 4. Universalmotoren zum Einbau in Apparate.

Digitized by Google

wendung liegen in den günstigen Anlaufverhältnissen und seiner hohen Drehzahl, die ihn besonders für Ventilatorantriebe, Staubsauger, Gebläse, Pumpen und Schleifmaschinen geeignet machen. Für die Übersetzung auf niedrigere Drehzahlen wird, wie z. B. bei Handbohrmaschinen, ein Getriebe konstruktiv mit dem Motor vereinigt (Abb. 5).

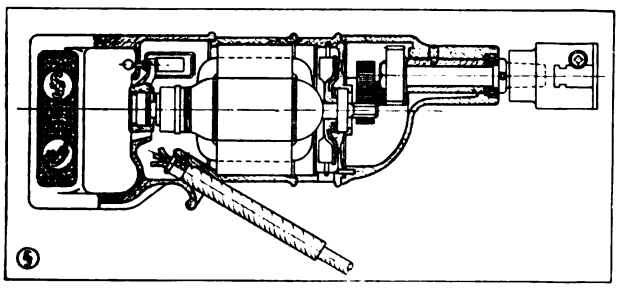


Abb. 5. Elektrische Handbohrmaschine mit Universalmotor und Getriebe.

Die technischen Probleme des Universalmotors steigern sich von einer gewissen Größe ab mit der Kleinheit der Modelle, da die durch die Spannung gegebenen Isolationsstärken die Raumverhältnisse für den aktiven Kupfer- und Eisenteil des Ankers beschränken (Abb. 6). Um die notwendigen Amperewindungen im Anker unterzubringen, muß man zu haardünnen Drahtquerschnitten, bis zu 0,05 mm Dmr., greifen und kommt zu Stromdichten und Lamellenspannungen, die für größere Motoren ganz unmöglich wären. Ein Ausgleich ergibt sich zum Teil dadurch, daß die Kühlungsverhältnisse beim Kleinstmotor günstiger liegen, weil mit der Verkleinerung des Volumens die relative Oberfläche wächst und die Verlustwärme leichter abgeführt werden kann. Solche für normale Spannungen gebaute Kleinstmotoren sind in ihrem Aufbau und in ihren Einzelelementen Läufer, Lager, Wicklungen, Bürstenhalter, miniaturhafte Verkleinerungen normaler Motoren und gehören zur Feinmechanik im Elektromaschinenbau. Bei Herabsetzung der Betriebspannung vereinfacht sich der Aufbau. Hierher gehören z. B. Spielzeugmotoren für Spannungen unter 24 V. Die Form des Einbaumotors läßt sich bei gleicher Leistung nach den 2 Dimensionen Durchmesser und Länge in weiten Grenzen ändern (Abb. 7).

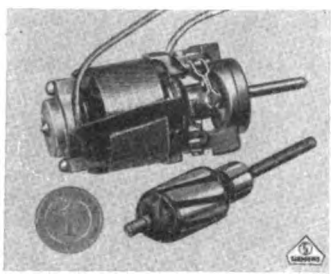


Abb. 6. Kleinster Universalmotor für 220 V, 1 W, 10000 U/min, und Läufer.

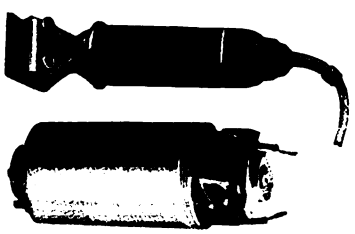


Abb. 7. Universalmotor langer Bauart zum Einbau in den Handgriff einer elektrischen Haarschere (mit Störschutzkondensator).

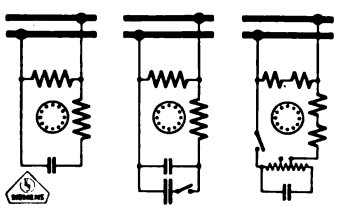


Abb. 8. Schaltung von Einphasenstrom-Kondensatormotoren.

Der Universalmotor erfordert wie jede Kommutatormaschine eine gewisse Wartung, die durch die Abnutzung der Bürsten und ihre gelegentliche Auswechselung bedingt ist. Diese Wartung fällt bei den meisten Anwendungen nicht ins Gewicht. Anders liegen jedoch die Verhältnisse, wenn der Motor für Dauerbetrieb an für normale Überwachung unzugänglichen Stellen arbeiten soll. Solche Verhältnisse bestehen z. B. bei den periodisch selbsttätigen Antrieben von Kühlschrank-Kompressoren. Für solche Antriebe ging man vom Universalmotor ab und suchte Lösungen, die möglichst ohne Kommutator und Bürsten auskommen. Hierbei tritt das Problem des Anlaufes in den Vordergrund. Eine Teillösung ist der Repulsions-Induktionsmotor, der als Repulsionsmotor mit hohem Moment anläuft, dessen Kommutator aber durch einen Fliehkraftmechanismus, der auch die Bürsten abhebt, bei Erreichung der Betriebsdrehzahl kurzgeschlossen wird. Der Motor läuft dann als Induktionsmotor. Bürsten und Kommutator sind also nur kurzzeitig im Betrieb. Immerhin ist der Motor mechanisch nicht einfach. Die Entwicklung geht deshalb dahin, auch bei mechanisch und elektrisch einfacheren Motoren günstige Anlaufeigenschaften zu erreichen.

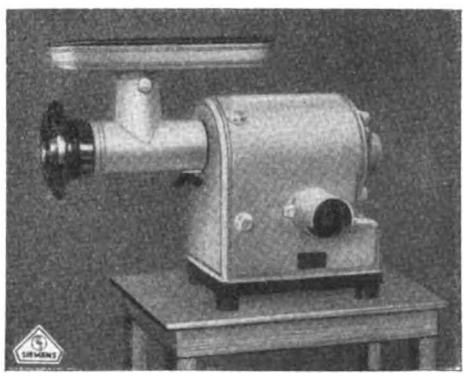


Abb. 9. Ladenfleischwolf mit Kondensatormotor.

Der einfachste Einphasenantrieb, der Induktionsmotor mit Kurzschlußläufer, läuft ohne äußeren Anstoß überhaupt nicht an. Seine Anwendung bleibt daher nur auf solche Antriebe beschränkt, bei denen ein Anwerfen von Hand möglich ist. Der Motor hat sich bisher in Deutschland wenig eingeführt, soll aber in den V. S. Amerika verwendet werden. Für den selbsttätigen Anlauf des Einphasen-Induktionsmotors ist eine Hilfswicklung erforderlich, die ein gegen das Hauptfeld zeitlich und räumlich versetztes Hilfsfeld aufbaut und ein Anlaufdrehmoment erzeugt. Zur Erzeugung dieser Hilfsphase wird neuerlich vorzugsweise ein Kondensator verwendet, dessen Kapazität von der Höhe des erforderlichen Anlaufmomentes abhängt (Abb. 8). Bis zu einer Kapazität, die einem Anlaufmoment von 30 % des Normalmomentes entspricht, kann der Kondensator auch während des Betriebes eingeschaltet bleiben, er verbessert die Betriebseigenschaften des Einphasen-Induktionsmotors derart, daß er ungefähr auf die Modelleistung des Drehstrommotors gebracht werden kann. Bei höheren Anlaufmomenten muß ein Teil des Kondensators nach erfolgtem Anlauf abgeschaltet oder die Spannung am Kondensator herabgesetzt werden. In dieser Ausführung lassen sich Anlaufmomente bis über das 3fache Nennmoment erreichen. Die Abschaltung der Kapazität oder Umschaltung der Spannung geschieht entweder durch einen Fliehkraftschalter, ein Relais oder einen Selbstschalter mit verzögerter Überstromauslösung. Motor und Kondensator lassen sich auch baulich vereinigen (Abb. 9), desgl. auch Kondensator und Schalter.

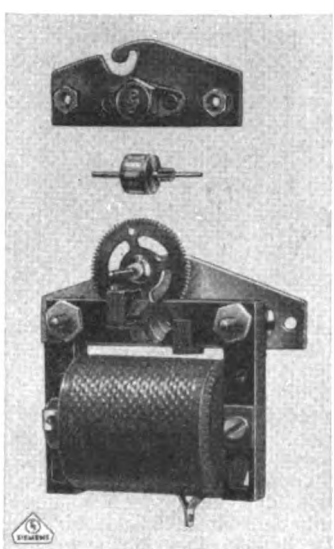


Abb. 10. Selbstanlaufender Einphasen-Asynchronmotor (Synchronmotor) mit Verschiebepolen. Vorderes Lagerschild abgenommen, Läufer gesondert (Gewicht des Läufers mit Ritzel 4 g).

Für niedriges Anlaufmoment können kleinste Einphasen-Asynchronmotoren auch mit einer Hilfswicklung gebaut werden, die nur aus auf den Polschuhen versetzt angeordneten Kupferrahmen besteht (Abb. 10). Solche Motoren mit Verschiebepolen verwenden die Siemens-Schuckertwerke zum Aufziehen von Schaltuhren

Digitized by Google

oder nach Abb. 11 zum Verstellen von Regelschaltern. Der Niederspannungsregler enthält 3 Umschalter, die zum Vertauschen von Wicklungsenden an kleinen Regeltransformatoren dienen und je nach den Spannungsverhältnissen geschaltet werden. Die Betätigung erfolgt durch 2 kleine Asynchronmotoren, die in die Umschalter eingebaut sind, je einer für Hin- und Rücklauf. Bei Veränderung der Spannung wird einer der Motoren von einem Spannungsrelais geschaltet und spannt eine Speicherfeder, die nach 1 min das Umschalten bewirkt.

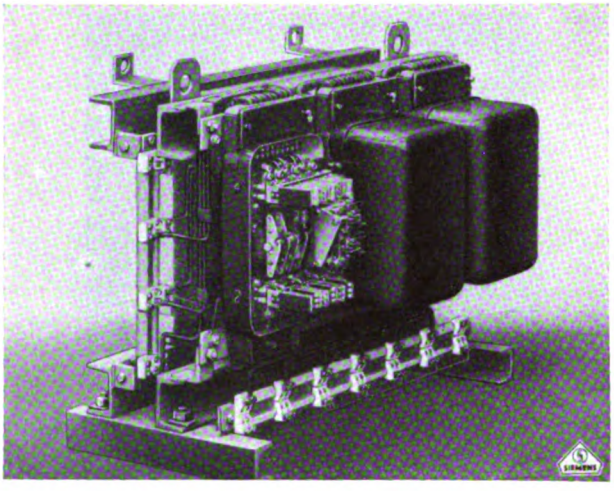


Abb. 11. Niederspannungsregler mit 3 Umschaltern, die von je 2 Einphasen-Asynchronmotoren (Abb. 10) betätigt werden.

In Wechselstromzählern wird der Ferraris-Motor zum Antrieb des Zählerwerkes verwendet. Ein weiteres Anwendungsgebiet findet er in Relais, z. B. in dem „Motorblinker" (Abb. 12), in welchem ein Quecksilber-Kippschalter in einem bestimmten Rhythmus umgeschaltet wird. Das Relais wird z. B. zum Schalten von Blinklicht für Alarmsignale verwendet.

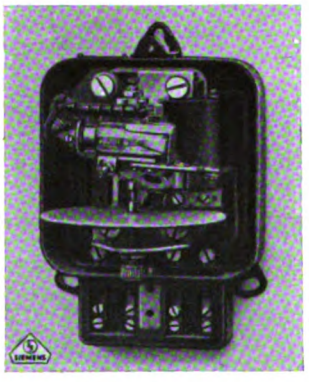


Abb. 12. „Motorblinker". Ferraris-Motor zum Antrieb eines Quecksilber-Kippschalters.

Auch der Synchronmotor ist in verschiedenen Bauformen auf dem Gebiet der kleinsten Leistungen vertreten. Als Drehstrommotor wird er mit einem Kurzschlußläufer gebaut, der ausgeprägte Pole hat und der bei kleinem Drehmoment synchron mit dem Drehfeld umläuft. Solche Motoren werden z. B. zum Wickeln von Wolfram-Drahtspiralen in der Glühlampenherstellung verwendet. In ähnlicher Weise lassen sich auch Synchronmotoren für Einphasen-Wechselstrom bauen.

Nach einer anderen Lösung, die die Siemens-Schukkertwerke zum Antrieb von Synchronuhren, Zeitrelais und Zählwerken verwenden, läuft der Einphasen-Wechselstrommotor nicht synchron mit dem Ständerfeld, sondern mit einer untersynchronen Drehzahl. Der Motor gleicht im äußeren Aufbau dem in Abb. 10 dargestellten Asynchronmotor bis auf die Nutung des Kurzschlußläufers, der durch ein synchronisierendes Moment in einer Drehzahl von 500 U/min gehalten wird. In dem Motor werden also 2 Drehmomente entwickelt, ein asynchrones, durch das der Motor anläuft und das auch den wesentlichen Teil des Arbeitsmomentes hergibt, und ein synchrones, das den Läufer in einer synchronen Drehzahl hält, die tief unter dem Synchronismus des Feldes liegt.

Bei einer anderen Bauart besteht der Läufer des Synchronmotors aus einem gezahnten Polrad, dessen Drehzahl zu den mit doppelter Frequenz erregten Ständermagneten im Verhältnis der Zähnezahl herabgesetzt ist. Solche elektromagnetischen Motoren, die man z. B. in scheibenförmiger Ausführung zum Antrieb von Grammophonapparaten verwendet, laufen nicht von selbst an, sondern müssen von Hand angeworfen werden.

Zu den Synchronmotoren können auch die Motoren mit Schwinganker gezählt werden. In einem pulsierenden Magnetfeld schwingt ein von 2 Federn tangential gehaltener Eisenkern um eine senkrecht zum Feld stehende Achse mit der doppelten Periodenzahl. Die Schwingbewegung wird über ein Gesperre in eine ruckweise Drehbewegung umgesetzt. Ein solcher Motor wird z. B. zum Antrieb der Protos-Kaffeemühle verwendet[1]. Das Gesperre ist direkt in dem Mahlkegel untergebracht (Abb. 13).

Auch im Schwachstromgebiet führt sich der Kleinstmotor ein. Die hier verwendeten Lösungen reichen zum Teil bis über 100 Jahre, in die ersten Versuche, zurück, Elektromotoren zu bauen, die in Ermangelung einer anderen Stromquelle von Batteriestrom gespeist wurden. Interessant ist, wie diesen alten physikalischen Gedanken in ihrer Anwendung neue konstruktive Gestalten gegeben werden. Hierher gehört z. B. ein kleiner Motor, den die Siemenswerke zum Antrieb einer elektrischen Rasiermaschine[2] verwenden und der von einer Trockenbatterie gespeist wird (Abb. 14). Der Anker besteht aus einer auf die Welle gewickelten Längsspule mit einem 3teiligen Polschuh an den Stirnflächen. Der Ständer wird von 3 Weicheisenstäben gebildet, die, im Winkel von 120° angeordnet, beiderseits magnetisch isoliert mit dem Lagerteil des Motors verlötet sind. Die Stromzuleitung geht über eine Bürste auf einen dreiteiligen Schleifkontakt, so daß der Anker bei einer Umdrehung 3 magnetische Impulse bekommt. Beim Anfahren muß der Motor durch eine Handbewegung angeworfen werden. Die Rückleitung geht durch die Welle und das Motorgehäuse.

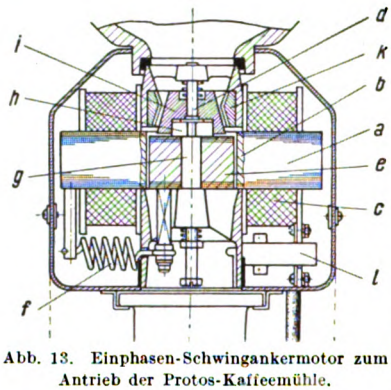


Abb. 13. Einphasen-Schwingankermotor zum Antrieb der Protos-Kaffeemühle.

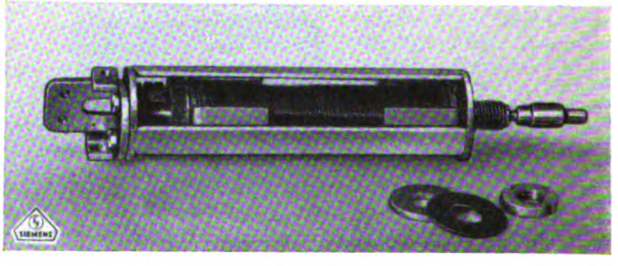


Abb. 14. Schwachstrommotor zum Antrieb eines Rasierapparates (natürliche Größe).

Dieser kurze Streifzug durch das Gebiet des Kleinstmotors zeigt nur einige Beispiele seiner vielgestaltigen Formen, die in wenigen Entwicklungsjahren entstanden sind und ihm ein buntes Anwendungsgebiet von wirtschaftlicher und kultureller Bedeutung erschlossen haben. Und doch steht er erst am Anfang einer noch größeren Entwicklung vor den vielen Problemen einer technisch noch wenig erforschten Welt der kleinen Kräfte und Leistungen. In den Betriebstätten der Produktion weitet sich sein Anwendungsbereich mit der Vervollkommnung der Herstellungs- und Organisationsweisen. Darüber hinaus ist er berufen, die mechanischen Verrichtungen des täglichen Lebens in Kleingewerbe, Haushalt, Büro und Medizin zu übernehmen und gänzlich neu zu gestalten. In mannigfaltigen Formen betrat hier der Kleinstmotor ein technisches Neuland von unbegrenzten Möglichkeiten und wurde zum wahren Heinzelmännchen unserer Zeit.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 267.
[2] Vgl. a. S. 219 dieses Heftes.

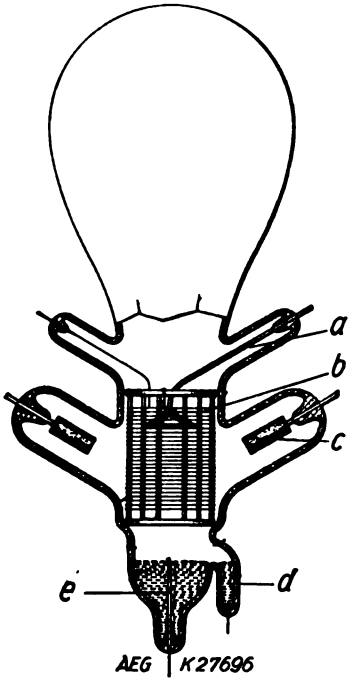
Digitized by Google

Umstellung bestehender Quecksilberdampf-Glasgleichrichter-Anlagen auf die Verwendung gittergesteuerter Glaskörper.

Von H. Fröndt, Adlershof.

In Quecksilberdampf-Glasgleichrichter-Anlagen werden in letzter Zeit häufig an Stelle der bisherigen Glaskörper solche mit eingebauten Steuergittern verwendet. Sie ermöglichen eine feinstufige Regelung der Spannung bis auf Null. Dies ist besonders beim Wiederanfahren von herausgefallenen Unterwerken von Bedeutung. In einer Anlage in Dänemark wurde von der AEG die Umstellung auf gittergesteuerte Glaskörper durchgeführt. Es soll im folgenden in diesem Zusammenhang über die Entwicklung der gittergesteuerten Glaskörper und ihre Verwendungsmöglichkeit in bestehenden Anlagen berichtet werden.

In Gleichrichteranlagen zur Netzspeisung, in denen eine Regelung der Gleichspannung mit Rücksicht auf die Verhältnisse in dem gespeisten Gleichstromnetz notwendig ist, benutzt man hierzu fast ausschließlich Stufentransformatoren mit Regelungschalter. Da die von einem Gleichrichter erzeugte Gleichspannung in festem Verhältnis zu der zugeführten Wechselspannung steht, ist es durch Änderung der den Anoden zugeführten Spannung möglich, verschiedene Gleichspannungen zu erhalten. Die zur Erzielung der verschiedenen Anodenspannungen notwendigen Stufentransformatoren werden entweder direkt in die Anodenleitungen geschaltet oder auch als Nullpunkttransformatoren benutzt[1]. In allen Fällen erfolgt jedoch die Änderung der Gleichspannung unstetig in mehr oder weniger großen Stufen.



a Erregeranode *b* Gitter *c* Hauptanode *d* Zündanode *e* Kathode

Abb. 1. Erstes Gleichrichtergefäß mit eingebautem Steuergitter von Langmuir (1914).

die Anodenarme der Gleichrichtergefäße eingefügt werden. Diese Hilfselektroden, die auch Steuergitter genannt werden, können den Stromdurchgang durch die Anodenarme verhindern, wenn sie in geeigneter Weise aufgeladen werden. Die ersten Quecksilberdampf-Glasgleichrichter mit Steuergittern sind bereits vor langer Zeit ausgeführt worden. Abb. 1 zeigt z. B. ein Gleichrichtergefäß, das von Langmuir im Jahre 1914 angegeben wurde. In Zusammenarbeit mit der AEG ist es jetzt dem Jenaer Glaswerk Schott & Gen. gelungen, die Quecksilberdampf-Glaskörper mit Steuerelektroden so durchzubilden, daß eine einwandfreie Steuerung bei völliger Konstanz der einmal eingestellten Verhältnisse erreicht wird.

In Abb. 2 ist ein Glaskörper für eine Stromstärke von 10 A mit zwei Anoden dargestellt. Die Abb. 3 zeigt den Glaskörper einer größeren Type mit 6 Anodenarmen für eine Leistung von 500 A, 550 V Gleichspannung. Praktische Erfahrungen mit diesen Glaskörpern sind in den Betrieben des Jenaer Glaswerkes und der AEG wie auch bei außenstehenden Firmen gesammelt worden. Die Glaskörper haben sich hier in jeder Weise bewährt. Obwohl über ihre Lebensdauer noch keine Angaben gemacht werden können, lassen die bisherigen Ergebnisse den Schluß zu, daß sie sich von derjenigen der ungesteuerten Glaskörper nicht unterscheiden wird.

Es ist jedoch nicht die Entwicklung der Entladungsgefäße allein, die jetzt die Verwendung der Quecksilberdampf-Glaskörper mit Steuergittern in schon bestehenden Anlagen ermöglicht, sondern auch die Entwicklung der Verfahren, nach denen die Regelung der Gleichspannung erfolgt, ist bis zu einem vorläufigen Abschluß gelangt. An solchen Verfahren zur Regelung der Gleichspannung unter Verwendung von Entladungsgefäßen ist an vielen Stellen gearbeitet worden[2]. Besondere Bedeutung hat hierunter die Steuermethode erlangt, die von Toulon angegeben wurde, dessen Patente Eigentum der AEG sind.

Die Beeinflussung der Gleichspannung wird nach diesem Verfahren dadurch erreicht, daß dem Gitter eine Wechselspannung zugeführt wird, die in ihrer Phasenlage gegen die Anodenspannung verschoben ist. Auf Grund der bekannten Eigenschaften[3] der gittergesteuerten Stromrichtgefäße kann ein Lichtbogen zwischen Anode und Kathode so lange nicht zustande kommen, als die Gitterspannung ein negatives Potential gegenüber der Kathode besitzt. Die Gleichspannung hat dann also den Wert Null. Liegt die dem Gitter zugeführte Wechsel-

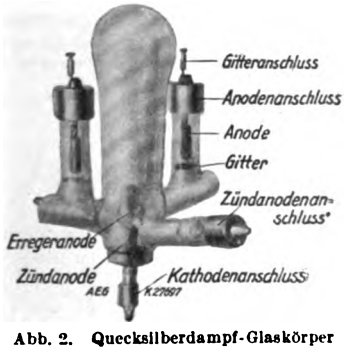


Abb. 2. Quecksilberdampf-Glaskörper jetziger Bauart für 10 A mit eingebauten Steuergittern.

Abb. 3. Quecksilberdampf-Glaskörper mit eingebauten Steuergittern für 500 A, 550 V.

Abb. 4. Zusatzeinrichtung zur wahlweisen Regelung der Gleichspannung eines Gleichrichters mit Hilfe eines Stufentransformators oder von Steuergittern im Glaskörper.

Eine stufenlose Regelung der Gleichspannung ist mit Hilfe von besonderen Elektroden möglich, welche in spannung in Phase mit der Anodenspannung, so wird die Zündung in dem Augenblick eintreten, in dem auch bei

[1] K. E. Müller-Lübeck Der Quecksilberdampf-Gleichrichter, Bd. 2, S. 219, Berlin 1929.

[2] Langmuir, Gen. electr. Rev. Bd. 26, S. 731 (1923) — Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 536 (1931). — Schenkel, ETZ 1932, S. 763.

[3] Schenkel, ETZ 1932, S. 82.

Digitized by Google

dem Stromrichtgefäß ohne Gitter der Anodenstrom in der betreffenden Anode einsetzen würde. Verschiebt man nun die Phasenlage der Gitterspannung allmählich um 180 °, so kann jede zwischen dem vollen Wert und dem Werte 0 liegende Gleichspannung erreicht werden. Die Phasenverschiebung der Gitterspannung kann z. B. durch einen Drehregler bewirkt werden. Es können statt der normalen sinusförmigen Gitterspannungen auch spitze Wellenformen mit steilem Anstieg[4] verwendet werden (Stoßsteuerung). Im allgemeinen ist jedoch die sinusförmige Gitterspannung ausreichend.

Gegenüber anderen Methoden zur Beeinflussung des Zündeinsatzes der Anodenspannung, d. h. also auch zur Regelung der Gleichspannung bei Gleichrichtern, besitzt die beschriebene Methode u. a. den wesentlichen Vorteil, daß keine dauernd rotierenden Teile notwendig sind.

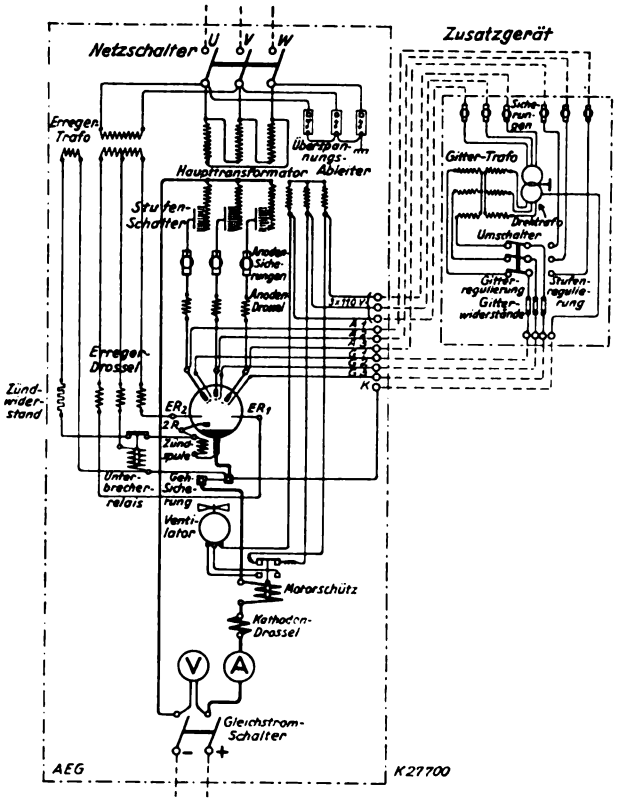


Abb. 5. Schaltbild eines Gleichrichters mit Stufentransformator, der für die Regelung durch Steuergitter im Glaskörper geändert ist.

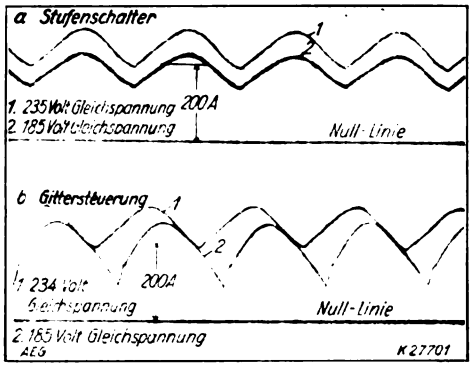
Die Einführung der gittergesteuerten Glaskörper bringt für die Regelung der Gleichspannung viele Vorteile und gestattet Maßnahmen, die sich bisher bei Gleichrichtern mit Stufentransformator und Regelungschalter nicht erreichen ließen. Die wichtigsten dieser neuen Schaltmöglichkeiten sind:

1. Stufenlose Herabsetzung der Gleichspannung in beliebigen Grenzen.
2. Anfahren des Netzes von 0 V an.

Um die Verwendung der Glaskörper mit Steuergittern auch in bereits bestehenden Anlagen zur Speisung von Licht- und Kraftnetzen zu ermöglichen, hat die AEG eine Zusatzeinrichtung entwickelt, die in einfacher Weise den Übergang von der bisherigen zu der neuen Regelungsart gestattet. Die Abb. 4 zeigt die äußere Ansicht einer solchen Anordnung und Abb. 5 die Schaltung eines Gleichrichters unter Hinzufügung des Zusatzgerätes. Es läßt sich leicht an einer beliebigen Stelle der Gleichrichteranlage unterbringen. Sämtliche Verbindungsleitungen zu dem Gerät führen nur geringen Strom, so daß es mit geringem Aufwand möglich ist, das Gerät in einer gewissen Entfernung vom Gleichrichter einzubauen und so gleichzeitig eine Fernregelung des Gleichrichters zu erhalten.

[4] Laub, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 317 u. 332 (1932).

Das Zusatzgerät enthält einen Drehregler, Gittertransformatoren, Widerstände zur Begrenzung des Gitterstromes sowie einen dreipoligen Umschalter und Sicherungen für die zugeführten Leitungen. Zur Feineinstellung des Drehreglers ist ein Übersetzungsgetriebe angebaut.



a Regelung durch Stufenschalter *b* Regelung durch Gittersteuerung

Abb. 6. Oszillogramme des Gleichstroms eines Gleichrichters.

Soll die Gleichspannung mit Hilfe der Steuergitter geregelt werden, so ist der Umschalter in die Stellung „Gitterregelung" zu bringen und der Regelungschalter auf seine höchste Stufe zu stellen, da nach dem Prinzip der Regelung nur eine Herabsetzung der Spannung möglich ist. Die in der Phasenlage veränderliche Spannung des Drehreglers wird dann über die Gittertransformatoren, die zur Erhöhung der Gitterspannung dienen, den Gittern zugeführt. Das Übersetzungsgetriebe ermöglicht feinste Einstellung der Phasenlage der Gitterspannung und damit genaueste Regelung der Gleichspannung. Soll unter besonderen Verhältnissen mit dem Regelungschalter geregelt werden, so ist der Umschalter in die Stellung „Stufenschalter" zu legen. Es sind dann die Gitter über die Gitterwiderstände mit den zugehörigen Anoden verbunden. Hierdurch wird die Gittersteuerung in die Stellung größter „Beaufschlagung" gebracht.

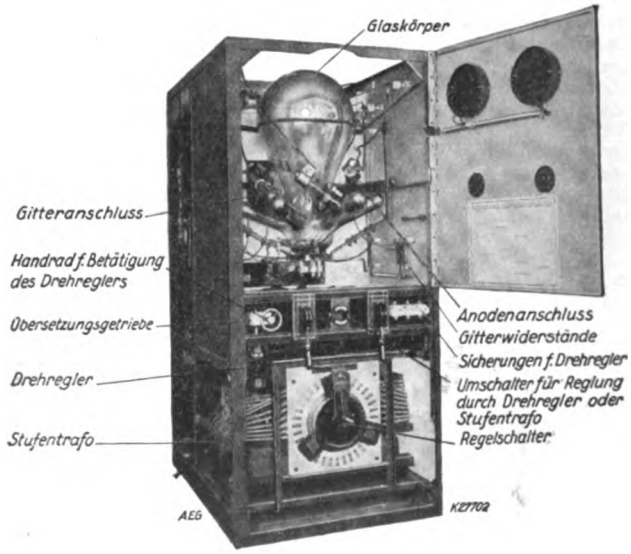


Abb. 7. Quecksilberdampf-Glasgleichrichter mit Regelung durch Stufenschalter, geändert für Regelung mit Hilfe von Steuergittern im Glaskörper.

Den von einem Gleichrichter für Netzbetrieb abgegebenen Gleichstrom zeigt die Abb. 6. Das Oszillogramm *a* zeigt den Strom bei Einstellung der Spannung durch den Stufentransformator. Die obere Kurve stellt den Strom bei der Stellung des Regelungschalters auf die höchste Stufe dar, während die untere Kurve den Strom bei der niedrigsten Stellung des Stufenschalters zeigt. Das Oszillogramm *b* zeigt die gleichen Verhältnisse bei der Regelung durch Steuergitter.

Wie es mit den bekannten Mitteln möglich ist, die bei Gleichrichtern ganz allgemein auftretenden Störspannun-

Digitized by Google

gen dort zu beseitigen, wo sie Einfluß auf benachbarte Fernmeldenetze haben, so ist es auch möglich, die etwas höhere Welligkeit des Stromes im Oszillogramm *b* durch Glättungseinrichtungen (Drosseln und Siebkreise) zu beseitigen.

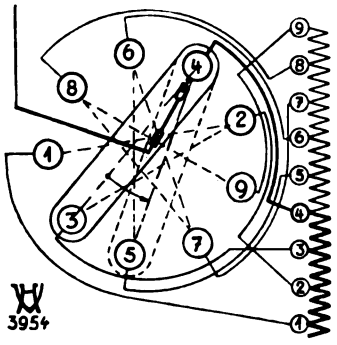
Ist die Aufstellung des Zusatzgerätes nicht möglich oder nicht erwünscht, so lassen sich die erforderlichen Teile für die Gitterregelung auch in den Gleichrichter selbst einbauen. Abb. 7 zeigt einen in dieser Weise umgeänderten Gleichrichter.

Für die Änderung einer Gleichrichteranlage zur Regelung durch Steuergitter ist selbstverständlich auch noch der Austausch der Glaskörper erforderlich. Es können nur Glaskörper mit eingebauten Steuergittern verwendet werden; ein nachträglicher Einbau der Gitter in bereits in Betrieb gewesene Glaskörper kommt nicht in Frage. Eine Änderung von Gleichrichteranlagen in dem vorstehend beschriebenen Sinn wird also zweckmäßig in Verbindung mit einem betriebsmäßig notwendigen Glaskörperersatz vorgenommen.

Regelschalter für Anzapftransformatoren.

Von L. Haag und O. Schwenk, Frankfurt a. M.

In den letzten Jahren haben zur Spannungsregelung in Hochspannungsnetzen Anzapftransformatoren[1] an Bedeutung gewonnen. Es entstanden daher verschiedene Konstruktionen von Regelschaltern[2], bei denen die Umschaltung unter Last von einer Spannungstufe auf die andere durch Spannungsteiler oder mit Hilfe von Überschalt-Widerständen vorgenommen wird. Die in Deutschland bekannt gewordenen Ausführungen von Regelschaltern mit Überschalt-Widerständen[2] machen dabei vorwiegend von der Momentumschaltung des Lastschalters nach Dr. Jansen Gebrauch. Ein Kraftspeicher wird mit Beginn des Schaltvorganges gespannt und bewirkt nach Freigabe die Überschaltung unabhängig von der Weiterbewegung des Antriebes. Bei dieser Schaltart brauchen die Überschalt-Widerstände nur entsprechend der kurzen Belastungszeit bemessen zu werden und beanspruchen daher geringen Raum.

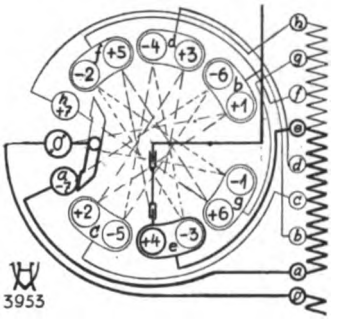


Schema für einfache Regelung, +8 Stufen.

Abb. 1. Stellung des Lastschalters bei der Stufenwahl. (Für Regelung in einem Sinne + 8 Stufen.)

Allen Konstruktionen gemeinsam ist die Unterteilung des Regelschalters in den Stufenwähler, der die Anzapfung für die beabsichtigte Umschaltung auswählt, und den Lastschalter für die Umschaltung. Im allgemeinen findet der Stufenwähler im Transformatorkasten Aufnahme, während der Lastschalter entweder getrennt angeordnet oder auf dem Deckel des Transformators aufgebaut wird. Die Betätigung von Stufenwähler und Lastschalter muß zwangläufig erfolgen, d. h. Wahl der Anzapfung und Lastumschaltung haben in der richtigen Reihenfolge stattzufinden.

Organ vereinigt sind. Als Vorteil des Zusammenbaues dieser beiden Grundelemente ergibt sich verringerter Platzbedarf, wodurch die Unterbringung der einzelnen Regelschalterpole unmittelbar auf dem Transformatordeckel ohne Verlegung einzelner Teile ins Innere des Transformatorkastens möglich wird. Zur Kontrolle der Schalterteile ist das Abheben des Transformatordeckels nicht mehr erforderlich. Der Einbau wird wesentlich einfacher, da nur die Verbindungsleitungen zu den Anzapfungen zu verlegen sind. Durch Herausnahme wichtiger Regelschalterteile aus dem Innern des Transformators wird ferner die Betriebssicherheit erhöht.



Schema für ±7 Stufen

Abb. 3. Stellung des Lastschalters bei der Stufenwahl. (Für Regelung mit Umkehrung des Regelsinnes ± 7 Stufen.)

Als Vorbild für einfachsten Aufbau eines Regelschalters ist der Zellenschalter mit Kontaktbahn in einer Ebene und unmittelbar am Kontakthebel angebrachtem Überschalt-Widerstand anzusehen. An Zellenschaltern für größere Leistung wurde die Umschaltung einem besonderen Funkenabreißer übertragen, während Kontakthebel und Kontaktbahnen lediglich zur Wahl der zu- oder abzuschaltenden Zellen dienten. Für Transformator-Regelschalter war daher von vornherein die Trennung von Stufenwähler und Lastschalter naheliegend.

Mit der neuen Regelschalterkonstruktion, die Stufenwähler und Lastschalter in sich vereinigt, wird wieder zum einfachen Zellenschalter zurückgegangen. Die Überschaltung von Kontakt zu Kontakt in einer Ebene mußte naturgemäß verlassen werden, da bei dem zur Verfügung stehenden Raum selbst bei Verlegung der Trennstellen

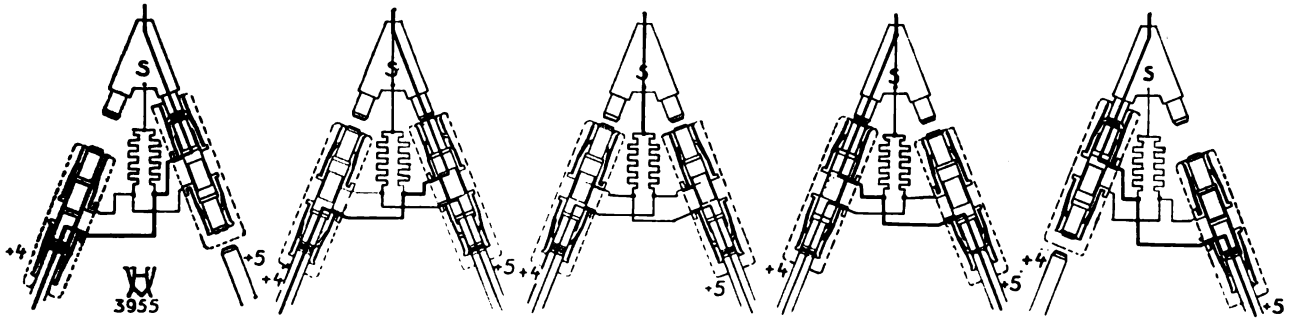


Abb. 2. Bewegung der Lastschalterkontakte beim Umschalten.

Nachstehend soll eine von der Firma Voigt & Haeffner AG. entwickelte Regelschalterkonstruktion beschrieben werden, bei der Stufenwähler und Lastschalter zu einem unter Öl kein ausreichender Schaltweg zu erzielen war. Die Anzapfungen der Regelwicklung stehen mit Rundkupferbolzen in Verbindung, die von einem Isolierring getragen werden (Abb. 4). Die Bolzen bilden die feststehenden Schaltstücke des Regelschalters, bei dem die Richtung der Unterbrechung in eine zum Kontaktring

[1] ETZ 1926, S. 1225; 1927, S. 140; 1929, S. 521.
[2] ETZ 1930, S. 1046; 1931, S. 879; 1932, S. 525; 1933, S. 16.

Digitized by Google

senkrechte Ebene verlegt ist. Oberhalb des Kontaktringes befindet sich der eigentliche, an einer Traverse pendelnd aufgehängte Lastschalter. Er trägt als bewegliche Gegenkontakte zwei buchsenartige Schaltstücke, die über einen Waagebalken gekuppelt sind. Die Verwendung von Rundkontakten bietet den Vorteil größerer Kurzschlußfestigkeit. Einer der Kontakte steht mit einer Anzapfung der Regelwicklung über den zugehörigen Bolzen in Verbindung, der andere ist zwangläufig nach oben gezogen und dient zur Ableitung des Laststromes über die Pendeltraverse.

Zur Stufenwahl wird der Lastschalter um den jeweils eingeschalteten Kontakt als Drehpunkt soweit geschwenkt, daß der ausgeschaltete über der zu wählenden Stufe steht. Anschließend erfolgt die Umschaltung, wobei die vom Lastschalter getragenen Kontakte herauf- bzw. heruntergezogen werden. Für die nächstfolgende Schaltung ist der untenstehende Kontakt Drehpunkt, während der jetzt oben befindliche die Stufenwahl vornimmt.

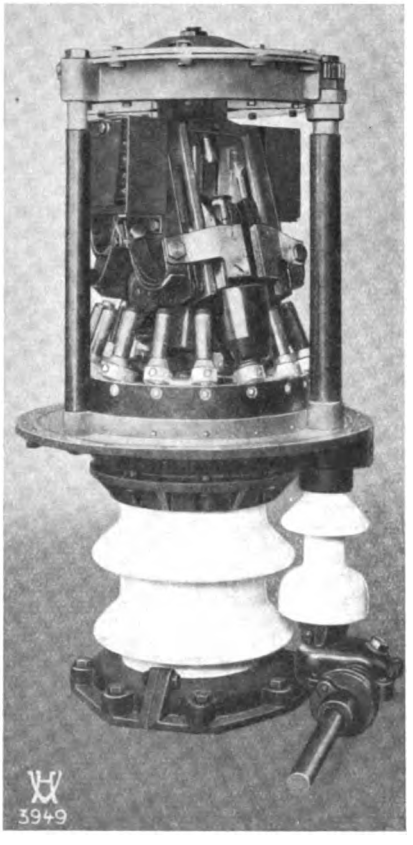


Abb. 4. Regelschalterpol; Öltopf abgenommen.

Aus Abb. 1 ist die Änderung der Lage des Lastschalters bei einer Umschaltung ersichtlich. Seine beiden Stellungen mit Rundbolzen 4 als Drehpunkt sind im Schema angedeutet. Der gestrichelte Linienzug gibt die Bewegung des Lastschalters beim Durchlaufen der einzelnen Regelstellungen wieder. Bei der momentanen Umschaltung ergeben sich die drei Zwischenstellungen der Abb. 2. Besondere Schaltstifte, die innerhalb der Kontaktbuchsen angeordnet sind, übernehmen dabei die Zu- bzw. Abschaltung der Überschalt-Widerstände. Wie aus den Bildern zu sehen ist, fließt in keiner der Zwischenstellungen der Netzstrom über einen der Überschalt-Widerstände allein. Dadurch wird vermieden, daß z. B. beim Hochregeln für einen Augenblick die Spannung erst noch weiter herabgesetzt wird, wie dies bei den bisher üblichen Regelschaltern mit Überschalt-Widerständen der Fall ist. Für die Schaltstücke ergibt sich dadurch verringerter Abbrand und damit erhöhte Lebensdauer.

Das in Abb. 1 mit Regelung in einem Sinne gezeigte Prinzip läßt sich auch für Regelschalter mit Umkehrung des Regelsinnes anwenden. Das zugehörige Schema ist in Abb. 3 dargestellt; beim Durchlaufen des Regelbereiches wird die Regelwicklung zuerst gegen- dann zugeschaltet. Durch einen mit dem Ende des nicht regelbaren Teiles der Transformatorwicklung in Verbindung stehenden Umschalter (± Schalter) erfolgt der Übergang von Gegen- auf Zuschaltung. Um Blindschaltungen bei Durchgang durch die Nullstellung zu vermeiden, sind für jede Anzapfung doppelte Rundbolzen angeordnet (Abb. 4). In Abb. 3 deutet der gestrichelte Linienzug ebenfalls an, in welcher Weise der Lastschalter beim Durchlaufen sämtlicher Regelstellungen über dem Kontaktring geschwenkt wird.

Abb. 5. Durchführung für die Anzapfungen der Regelungswicklung.

Den Aufbau eines Regelschalterpoles läßt Abb. 4 erkennen. Ein besonderer Drehisolator überträgt die Bewegung der Antriebswelle über ein Zahnradgetriebe auf den Lastschalter. Das Getriebe nimmt ein von 3 Stützen getragener Flansch auf, an dem der Lastschalter mit seinem Kraftspeicher, den Umschaltekontakten und Überschalt-Widerständen pendelnd aufgehängt ist. Die beweglichen Schaltstücke des Lastschalters sind in einer Patrone eingebettet, die aus Isolierpreßstoff hergestellt ist. Die in der vorderen Bildebene liegende Patrone ist über den zugehörigen Bolzen auf eine Anzapfung der Regelwicklung geschaltet.

Der untere Teil des Regelschalters (Abb. 5) besteht aus zwei Porzellanhohlkörpern, durch die die einzelnen Anzapfungen der Regelungswicklung geführt sind. Die Enden der Wicklung werden an den aufgekitteten Anschlußkappen des unteren, in den Transformatorkasten hineinragenden Porzellankörpers angeschlossen. Die mit Kabelschuhen versehenen Leitungsenden werden mit den Rundbolzen des Kontaktringes verschraubt.

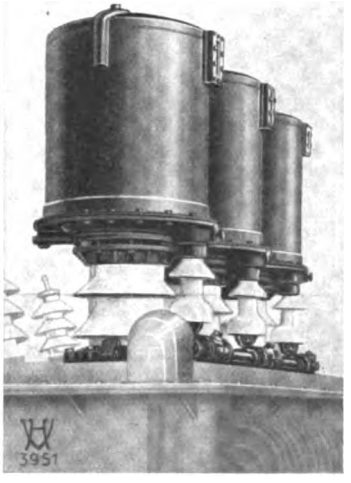


Abb. 6. Dreipoliger Regelschalter von Volgt & Haeffner, auf einem Anzapftransformator aufgebaut.

Einen dreipoligen Regelschalter, der auf einem Anzapftransformator aufgebaut ist, zeigt Abb. 6. Die Schaltung eines jeden Poles erfolgt unter Öl. Innenraum der Durchführung und Lastschalterraum bilden einen gemeinsamen Ölbehälter, der durch das Durchführungsporzellan vom Transformatorinnern getrennt wird. Die Ableitung wird am unteren Metallteller des Regelschalterpoles angeschlossen; dieser ist über biegsame Kupferbänder mit dem Lastschalter verbunden.

Der Motorantrieb ist in handlicher Höhe seitlich am Transformator angebaut. Die Fernanzeige der Stellungen des Regelschalters erfolgt in üblicher Weise durch Lichttableau.

Digitized by Google

Der gegenwärtige Stand der Fernsprech-Nebenstellentechnik in der Welt.

Von F. Lubberger, Berlin.

In den ersten Jahren der Fernsprechtechnik wurde jede Sprechstelle mit eigenen Leitungen an das Amt angeschlossen. Man fand bald, daß dieses Verfahren für Großteilnehmer umständlich und teuer wurde, denn auch die „inneren" Verbindungen liefen über das Amt. Man stellte dann kleine Ämter, „Nebenstellenämter", in den Geschäftsräumen der Teilnehmer auf, in denen die inneren Verbindungen hergestellt wurden, während nur wenige „Amtsleitungen" zur Abwicklung des Amtsverkehrs nötig wurden. Diese Anlagen wurden vom Eigentümer der öffentlichen Anlage errichtet. 1901 wurde in Deutschland ein Gesetz erlassen, nach welchem ein „Kunde" eine Anlage von irgendeinem Fabrikanten kaufen konnte, natürlich unter Einverständnis der Post. Ähnliche Gesetze gelten nur noch in wenigen anderen Ländern.

Abb. 1. Hauptstelle der Neha-Anlage für 4 Amtsleitungen und 27 Sprechstellen.

Der Inhaber benutzt nun seine eigene Anlage als „Büromaschine" und versucht diese Maschine möglichst seinen Bedürfnissen anzupassen. Daher war die Entwicklung der Nebenstellenanlagen in Deutschland wesentlich lebhafter als in allen anderen Ländern. Zunächst finden wir 3 Gruppen von „Forderungen", d. h. Anpassungen: Das „Umlegen", eine Nebenstelle läßt eine andere anschalten, während das Amt an der Verbindung liegen bleibt; das „Rückfragen", eine Nebenstelle kann sich vom Amt abschalten, über eine andere Verbindung eine Auskunft einholen und dann wieder auf die Amtsverbindung zurückschalten; das „Flackern", eine Nebenstelle kann der Nebenstellenbeamtin ein Zeichen geben, ohne daß das Amt das Zeichen erhält, und ihr irgendwelchen Auftrag geben. Viele Anpassungen waren nötig wegen der Tarife, ferner weil man Amtsberechtigte (die man „Nebenstellen" nennt) und Nichtberechtigte (die man „Hausstellen" nennt) an den gleichen Schrank anschloß, usw. Außer dieser Anordnung einer Zentrale mit strahlenförmig angeschlossenen Teilnehmerleitungen entwickelte sich der „Linienwähler". Für 10 Sprechstellen werden 10 Leitungen an alle diese Sprechstellen angelegt, und jede Station besitzt eine Schalteinrichtung zur wahlweisen Anschaltung der eigenen Sprechstelle an irgendeine der 10 Leitungen. Außer den 10 Sprechleitungen muß noch eine große Anzahl von Signalleitungen gezogen werden. Solche Anlagen nennt man auch „Reihenschaltanlagen".

Als dann die Selbstanschluß-(S.A.-)anlagen in den öffentlichen Ämtern ihre großen Vorteile erwiesen hatten, begann man in Deutschland — in anderen Ländern noch nicht — etwa 1910 auch N.-Anlagen mit Wählern zu betreiben. Zunächst errichtete man S.A.-N.-Anlagen für den inneren Verkehr und ließ den Amtsverkehr noch am handbedienten Schrank liegen. Aber bald gab man den Nebenstellen das Recht, die Amtsleitungen selbst zu wählen, z. B. durch das Ziehen der Nummer „0", so daß die Beamtin entlastet wurde. Seit 1924 etwa konnte man in manchen Städten mit S.A.-Betrieb sogar vom Amte bis zur gewünschten Nebenstelle „durchwählen", ohne dafür die Beamtin zu beanspruchen. Diese Anlagen nennt man „Sana"-Anlagen.

In den meisten Fällen hatte die Nebenstelle zwei Doppeladern, ein Paar zur Haus-, ein Paar zur N.-Anlage. Etwa 1925 begann eine neue Entwicklung: jede Nebenstelle soll nur mit einem Paar angeschlossen werden. Die Unterscheidung zwischen Neben- und Hausstelle liegt dann im N.-Amt, nicht mehr in der Zahl der Adern. Diese Neuerung hatte natürlich einen großen Einfluß auf die Kosten der Leitungen.

Zu den bisher aufgezählten „Forderungen" waren inzwischen noch zahlreiche weitere Forderungen dazugekommen: das Zusammenarbeiten mehrerer N.-Anlagen des gleichen Inhabers (Querverbindungen); Personen-Suchanlagen, d. i. das Aussenden von Signalen über ein Gebäude, um eine Person zu „suchen"; Diktieranlagen, die Stenotypistin braucht nicht zu kommen; Konferenzanlagen; Bestellung von Verbindungen, die der Teilnehmer selbst nicht Zeit hat herzustellen; Nachtdienst, d. i. die Entgegennahme der Amtsanrufe, wenn der Schrank unbedient ist; Weiterruf, d. i. das selbsttätige Anschalten eines anderen Teilnehmers, wenn der erste nicht antwortet; Raumsprecher, d. i. das Sprechen und Hören, ohne Apparate in der Hand zu halten; Sekretäranlagen; Verbindung des Feuermelders und des Zeitdienstes mit dem Fernsprechnetz u. a. m.

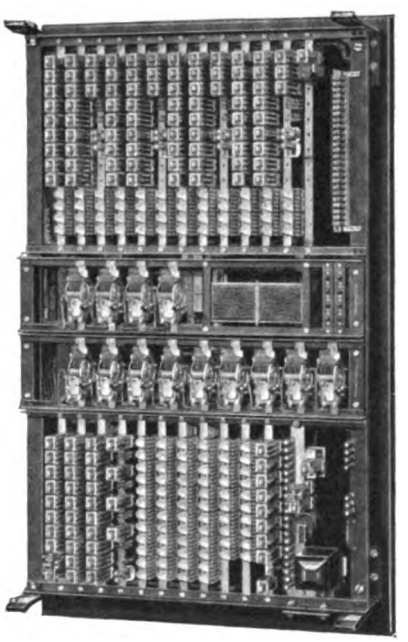


Abb. 2. Neha-Zentrale für 4 Amtsleitungen und 27 Sprechstellen.

Etwa 1928 setzte in Deutschland wieder eine neue Entwicklung ein, die versucht, die Beamtin noch mehr zu entlasten. Die Teilnehmer sollen selbst die verschiedenen Sonderdienste zusammenschalten. Man geht sogar so weit, die Beamtin überhaupt wegzulassen. Eine oder mehrere Nebenstellen sollen die Amtsanrufe annehmen. In den meisten anderen Ländern ist die Entwicklung der Nebenstellenanlagen bei weitem nicht so weit fortgeschritten. Man errichtet auch S.A.-Anlagen für den inneren Verkehr, aber alle Sonderdienste werden immer von einer Beamtin geleistet. Das kommt daher, daß Verwaltungen die Entwicklungsarbeiten nicht so leisten können wie die Privatindustrie unter scharfer Konkurrenz.

Hier drängt sich die Frage auf, ob die deutsche Entwicklung auf dem richtigen Wege ist, ob nicht doch eine konservative Technik vorzuziehen wäre. Die Frage läßt sich einfach beantworten. Die wichtigsten neueren Forderungen werden von den „Kunden" gestellt, die ihre Anlage ihren Bedürfnissen anpassen wollen. Offenbar erfüllt also die deutsche Entwicklung wirkliche Wünsche der Großteilnehmer.

Als ein Beispiel einer neuesten Type möge eine „Neha" von Siemens & Halske beschrieben sein. Die Bezeichnung stammt von den beiden Ausdrücken N e b e n s t e l l e n - H a u s s t e l l e n-Anlagen, da bei diesem System eine Kombination des früheren halbselbsttätigen Vermittlungsplatzes mit der vollselbsttätigen Hausanlage vollzogen worden ist. Gleichzeitig wurden hierdurch die nach dem Reihenschaltprinzip arbeitenden Anlagen abgelöst. Diese Neha-Anlagen lassen eine beliebige Aufteilung von Neben- und Hausstellen je nach den Besonderheiten des Betriebes ohne weiteres zu. Die Nebenstellen haben neu-

Digitized by Google

zeitliche S.A.-Stationen mit Signaltaste, die Hausstellen dagegen S.A.-Stationen ohne Signaltaste. Es gibt bei diesen Anlagen zwei verschiedene Arten von Nebenstellen:

1. amtsberechtigte Nebenstellen und
2. beschränkt amtsberechtigte Nebenstellen.

Die erstere Art von Nebenstellen gestattet einen vollselbsttätig abgehenden Amtsverkehr, u. zw. je nach Art der Neha-Anlage durch Tastendruck oder Kennziffernwahl, während die beschränkt amtsberechtigten Nebenstellen nur durch Vermittlung der Hauptstelle mit einer freien Amtsleitung verbunden werden können.

Ein weiterer Vorzug der vollamtsberechtigten Nebenstelle gegenüber den beschränkt amtsberechtigten liegt darin, daß von den erstgenannten Nebenstellen aus das Umlegen von Amtsverbindungen auf eine andere Nebenstelle direkt von der umlegenden Nebenstelle aus erfolgt, u. zw. durch einfachen Tastendruck und Wahl der die Amtsverbindung übernehmenden Nebenstelle. Dagegen muß die Umlegung zu einer beschränkt amtsberechtigten Nebenstelle durch die Hauptstelle erfolgen.

Abb. 3. Hauptstelle der Neha-Anlage für höchstens 10 Amtsleitungen und 90 Sprechstellen.

Die Neha-Anlagen beginnen mit 1 Amtsleitung und 1 Hauptstelle und 1 Nebenstelle (selbsttätiger Zwischenstellenumschalter mit Wechselstrom-Netzanschluß); die Sprechstellenzahl steigt auf 4 (mit Wechselstrom-Netzanschluß) oder 6 ··· 10 (mit Batteriebetrieb). Für 2 Amtsleitungen stehen Sprechstellen bis zu 27 zur Verfügung; diese Anlagen arbeiten — im Gegensatz zu denen mit 1 Amtsleitung nach dem Relaissystem — mit Relais und Wählern und Batterien. Darüber hinaus gibt es Anlagen mit 5 und mehr Amtsleitungen mit 45 bzw. 90 und mehr Sprechstellen. Abb. 1 zeigt die Hauptstelle für 4 Amtsleitungen, Abb. 2 die zugehörige Neha-Zentrale bis zu 27 Sprechstellen, Abb. 3 die Hauptstelle für maximal 10 Amtsleitungen, Abb. 4 die zugehörige Neha-Zentrale (90 Sprechstellen). An Hand der Neha-Anlagen nach dem Wählersystem soll im einzelnen dargelegt werden, welche Forderungen sich an derartige Anlagen stellen und erfüllen lassen. Hierbei ist vor allem der Gesichtspunkt maßgebend, alle wertvollen Verkehrswege vor unnötiger Belegung zu schützen, die Tätigkeit der Hauptstelle auf die wichtigsten Vermittlungsaufgaben zu beschränken und den Verkehrsfluß bei einem Minimum an apparate- und leitungstechnischem Aufwand möglichst zu beschleunigen.

I. Allgemeine Forderungen für die Anlagen:

1. Abschaltung der gestörten Teilnehmerleitung.
2. Abschaltung bei Nichtwahl nach bestimmter Zeit.
3. Freimachen des Sprechweges bei Wahl eines besetzten Anschlusses.
4. Akustische Kennzeichnung des Verkehrsfalles, wo sämtliche Amtsleitungen besetzt sind (Tickerzeichen und Amtszeichen gleichzeitig).
5. Rundfunkentstörung.

II. Forderungen für die Hauptstelle:

1. Abfragen des Amtsanrufes.
2. Verbinden mit der gewünschten Nebenstelle durch Drücken der gemeinsamen V-Taste und Wahl der verlangten Nebenstelle.
3. Ist diese frei, so erfolgt selbsttätig Rufstrom.
4. Ist die Nebenstelle haus- oder amtsbesetzt, so treten für die Hauptstelle verschiedene Möglichkeiten ein:

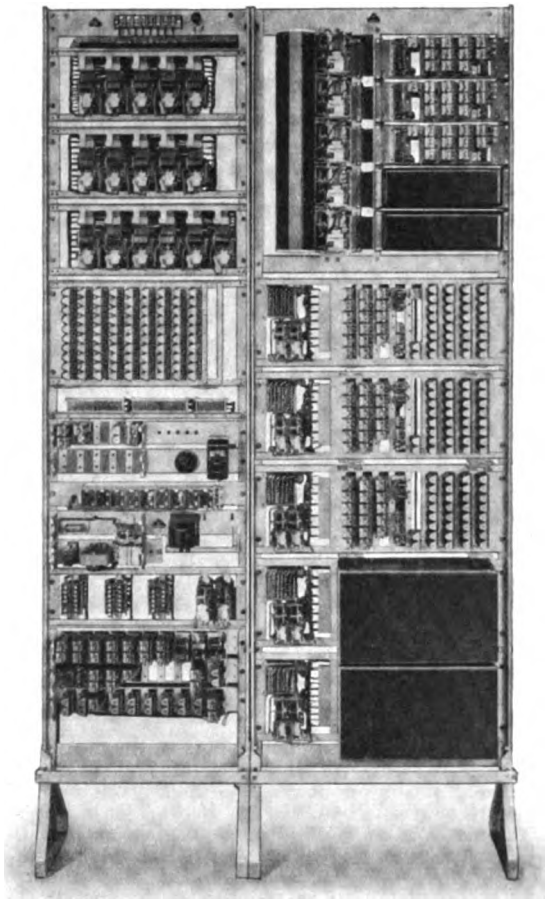


Abb. 4. Neha-Zentrale für 10 Amtsleitungen und 90 Sprechstellen.

a) Warten, d. h. die Amtsverbindung wird solange gehalten, bis die gewünschte Nebenstelle frei ist.

b) Aufschalten, d. h. Eintreten in die bestehende Verbindung, indem nach der Wahl der Nebenstelle selbsttätige Aufschaltung auf die bestehende Verbindung eintritt. Hierbei erhalten beide Gesprächspartner das Aufschalte-Tickerzeichen.

c) Trennen, indem nach dem Aufschalten kurz die T-Taste gedrückt wird.

d) Wechseln, d. h. Zurücklegen des ersten bestehenden Amtsgespräches zugunsten einer zweiten Amtsverbindung, indem die erste auf Warten gelegt wird. Dies geschieht durch die gemeinsame Wechseltaste (W-Taste).

e) Trennen des ersten Amts- oder Hausgespräches zugunsten eines zweiten Amtsgespräches, indem das Gespräch durch Drücken der T-Taste getrennt wird. Der Teilnehmer ist jetzt mit dem neuen Gesprächspartner verbunden, während die alte Verbindung zusammengefallen ist.

f) Kettengespräche: bei der Aufeinanderfolge mehrerer Gespräche legt die Hauptstelle nach Wahl der Nebenstelle die Drehtaste K um. Wenn die erste Nebenstelle aufgelegt hat, wird die Amtsleitung gehalten; erneutes Abfragen durch die Hauptstelle und Wahl des nächsten Teilnehmers usw.

Digitized by Google

5. Selbsttätige Weiterschaltung: Wenn die Hauptstelle bei ankommendem Amtsruf nicht anwesend ist, so wird dieser nach einer gewissen Zeit selbsttätig auf die Nachtstelle weitergeschaltet, die im Besetztfalle ein Tickerzeichen erhält. Kehrt die Hauptstelle währenddessen zurück, so wird sie durch das Leuchten der Kontrollampe der betreffenden Amtsleitung von diesem Zustand in Kenntnis gesetzt und kann durch Druck der betreffenden Amtstaste mithören.

III. Nachtverkehr.

1. In ankommender Richtung: Umlegen des Nachtschalters, indem entweder eine einzelne Amtsleitung zu einem bestimmten Nachtteilnehmer durchgeschaltet wird (Einzelnachtschaltung) oder Durchschaltung aller Leitungen zu einer einzigen Nachtvermittlungsstelle (Generalnachtschaltung).
2. In abgehender Richtung: Hierbei vollzieht sich der Nachtverkehr genau wie am Tage für sämtliche Nebenstellen.

IV. Weitere Bedingungen.

1. Vermittlung der Amtsleitungen für beschränkt amtsberechtigte Teilnehmer durch die Hauptstelle.
2. Flackern zur Bedienungstation: durch langen Tastendruck bei der Nebenstelle.
3. Flackern zum Fernamt: durch die Hauptstelle durch mehrmaliges Drücken der Flackertaste (F-Taste).
4. Mithören durch die Hauptstelle, indem diese die A-Taste drückt.
5. Hausrückfrage: durch den Teilnehmer, indem kurz seine Signaltaste gedrückt wird. Hierbei wird die Amtsleitung gehalten und die Verbindung auf den Rückfrageanschluß der Amtsleitung gesteuert. Nach dem Amtszeichen kann die Nummer des gewünschten Teilnehmers gewählt werden. Die Zurückschaltung auf die wartende Amtsleitung geschieht durch nochmaligen kurzen Tastendruck. Bleibt der in Rückfrage angerufene Hausteilnehmer am Apparat, so kann der Nebenstellenteilnehmer zwischen dem auswärtigen Teilnehmer und der Hausstelle wahlweise sprechen.
6. Amtsrückfrage. An Stelle der Rückfrage auf einer freien Hausleitung kann die Nebenstelle auch über das Amt Rückfrage halten, indem sie wie im Normalfalle die Kennziffer wählt. Die Rückschaltung von der Rückfrage der zweiten auf die erste Amtsleitung geschieht wie üblich durch nochmaligen kurzen Tastendruck.
7. Hausverkehr für die Hauptstelle geschieht durch Druck auf die H-Taste und Wahl der Anrufnummer des Hausteilnehmers.
8. Einige Teilnehmer der Neha-Zentrale können die Berechtigung erhalten, sich auf bestehende Hausverbindungen aufzuschalten.

Daß diese Anlagen durch Zusatzeinrichtungen, wie Personensuchanlage (gegebenenfalls mit selbsttätiger Weiterschaltung), Sekretärstationen, Ferndiktiereinrichtung, Konferenzanlage, Vormerkschaltung, Türbesetztkontrolle u. v. m., zweckentsprechend ausgebaut werden können, ist eine notwendige Forderung, die neuzeitliche Betriebe an hochwertige Fernsprechanlagen heute stellen. Darin eingeschlossen ist die Möglichkeit, verschiedene interne Anlagen durch Querverbindungen — einfache oder doppeltgerichtete — zu einem einheitlichen Netz zusammenzufassen.

In den Vereinigten Staaten werden der vollselbsttätige abgehende Amtsverkehr und das Umlegen von Nebenstelle zu Nebenstelle durch die Hauptstelle bereits als technisch hochwertig angesehen; die oben geschilderten weitergehenden Vorteile bringen nicht nur eine erhöhte Leistung, sondern auch größere Wirtschaftlichkeit.

Von anderen Ländern, die Neha-Anlagen noch nicht eingeführt haben, sind Forderungen an Nebenstellenanlagen, die den Neha-Bedingungen ähneln, bisher nicht bekannt geworden.

Neuartige Bauweise von Schaltgeräten.

Von W. Höpp, Berlin.

Um die Oxydationsgefahr der Schalterkontakte zu verhindern, mußten Dauerkontakte für Ströme von etwa 100 A an aufwärts durch zeitweises Reinigen und Einfetten vor schädlicher Überhitzung bewahrt werden. Für kleine Ströme konnte die Oxydation durch Anwendung von Kohle oder Edelmetallen vermieden werden.

Infolge des stark gefallenen Silberpreises ging man in den letzten Jahren zunächst dazu über, Silberkontakte auch für Leistungschalter bis etwa 25 A zu verwenden. Für größere Schalter ist Silber nur in besonderen Fällen, z. B. bei Bremskontakten an Schützen, verwendet worden. Auch bei der Entwicklung der Schnellschalter, die sich bei Verwendung von Klotzkontakten leichter für hohe Schaltgeschwindigkeiten ausbilden lassen, wurde die Verwendung von Silber an den Kontaktstellen bereits vorgeschlagen. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft brachte erstmalig Silberkontakte für Leistungschalter in größerem Ausmaß bei den neuen Stern-Dreieck-Schaltern zur Anwendung[1]. Es werden dort Feinsilberkontakte von 12 mm Dmr. und etwa 3 mm Stärke für die 12 Kontaktpaare mit bestem Erfolg verwendet. Bei allen diesen Schaltern war infolge der Einwirkung des Ausschaltlichtbogens erhöhte Oxydationsgefahr zu überwinden. Da ferner kaum ein Metall so leicht verschweißt wie Silber, so ist für Leistungskontakte besondere Vorsicht geboten, um beim Einschalten sofort sicheren Kontakt zu erzielen; d. h. die Schweißarbeit, für welche im wesentlichen der Ausdruck $A = \int_0^t i^2 W_{\ddot{u}}\, dt$ maßgebend ist, muß durch Verkürzung der Zeit und durch kräftige schwingungsfreie Kontaktgabe klein gemacht werden.

Es setzte nun eine Untersuchung des Verfassers ein, mit dem Ziel, die praktisch oxydationsfreien Feinsilberkontakte auch für größere Ströme zu verwenden. Die Aussichten sind ja insofern verlockend, als der bisher gebräuchliche Bürstenkontakt sehr teuer in der Herstellung ist und im äußersten Fall kurzzeitige Temperaturen bis etwa 150 ° C, im Dauerbetrieb aber nur etwa 60 ··· 70 ° C verträgt, wenn eine Schmierung nicht regelmäßig durchgeführt werden kann[2]. In dieser Veröffentlichung des Verfassers ist ferner darauf hingewiesen, daß für den Kontaktwiderstand im wesentlichen der Gesamtkontaktdruck und die Reinheit der Kontaktflächen maßgebend sind, nicht aber die Größe der Flächen selbst. Das wird aus folgenden Betrachtungen leichter verständlich.

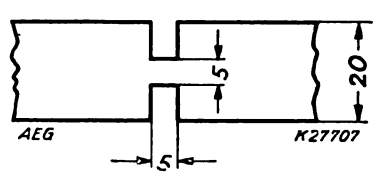


Abb. 1. Stromeinschnürungstelle.

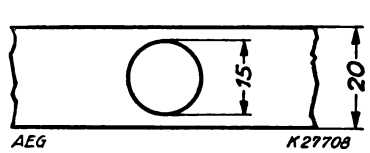


Abb. 2. Stromeinschnürung infolge einer großen Bohrung.

Wenn der Gesamtdruck bei einem ebenen Klotzkontakt sich der Wahrscheinlichkeit nach nur auf höchstens 1 bis 3 punktähnliche Flächen verteilt, so ist zu bedenken, daß an diesen kleinen Berührungsflächen auch der spezifische

[1] ETZ 1931, S. 349.

[2] Vgl. ETZ 1920, S. 206

Digitized by Google

Druck notwendig umgekehrt proportional mit der wirklichen Auflagefläche wächst. Das genauere Gesetz für den Übergangswiderstand zwischen sauberen Kupfer- und Silberflächen bei hohem spezifischen Druck lautet[3]

$$W_{\ddot{u}} = \frac{\varrho}{P} + \sigma,$$

und es ist ja $P = F\,p$, wenn F die wirkliche Fläche und p der spezifische Druck ist.

Wenn man sich den Stromübergang als Elektronenbewegung vorstellt und sich vergegenwärtigt, daß der Abstand der nicht zur Berührung kommenden Metallflächen stellenweise sich zum Durchmesser eines Elektrones etwa so verhält, wie ein Sandkörnchen zwischen dem Boden und der Decke eines Zimmers, so wird die Konzentrierung der Stromlinien auf wenige Punkte geringsten Abstandes an einem Klotzkontakt schon eher verständlich. Geben wir aber eine solche Konzentrierung (Stromeinschnürung) zu, so steht nichts im Wege, dieselbe bewußt herbeizuführen und auch bei großen Strömen nur Kontakte mit 1, 2 und 3 Auflagepunkten anzuwenden, bei denen man die Drucke in bestimmter Weise verteilen kann.

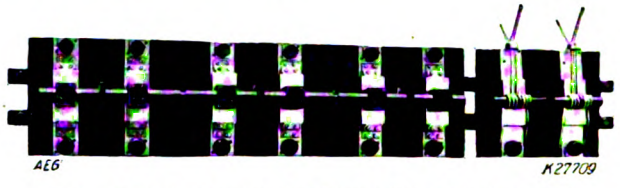


Abb. 3. 600 A-Anoden- und Gleichstromschalter für Gleichrichter.

Zum weiteren Verständnis der Verhältnisse bei einem solchen Stromübergang diene der vom Verfasser vorgeschlagene Begriff des „Stromeinschnürungsprinzips".

Die Temperaturzunahme, welche entsteht, wenn man einen Stromleiter, z. B. eine Kupferschiene mit dem Querschnitt von 20 · 5 mm nach Abb. 1, auf eine Länge von 5 mm bis auf 5 mm Breite einschnürt, wird meistens erheblich überschätzt. In Wirklichkeit tritt bei einer Dauerstromstärke, die in demselben, jedoch nicht eingeschnürten Kupferleiter eine Übertemperatur von etwa 30 ° C erzeugt, eine Zusatztemperatur von nur 1,5 ° C auf. Rücksicht zu nehmen ist bei derartigen Einschnürungen (eine verhältnismäßig große Bohrung nach Abb. 2 bedeutet ebenfalls eine Art Einschnürung) auf die mechanische Festigkeit und die sehr kurzzeitigen höheren Erwärmungen, die infolge von Kurzschlüssen auftreten können.

Wenn man für diesen Fall von einer Wärmeabfuhr in die benachbarten großen Querschnitte absieht, ist die zulässige Einschnürung leicht zu berechnen. Die Erwärmung ist proportional dem Widerstand je Längeneinheit, also umgekehrt proportional dem Querschnitt. Erreicht z. B. der nicht eingeschnürte Leiter 30 ° Übertemperatur, so erfährt in gleicher Zeit die Einschnürung mit ¼ des Vollquerschnittes 4 · 30 = 120 ° Erwärmung. Richtige Schutzeinrichtungen in der Anlage sorgen aber dafür, daß innerhalb kurzer Zeiten die Abschaltung erfolgt.

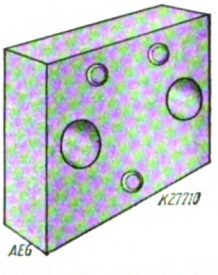


Abb. 4. Strombrücke für 2500 A mit 3 Feinsilberkontakten von 12 mm Dmr.

Schwieriger wird die Berechnung der Kurzschlußerwärmung, wenn nicht nur eine Einschnürung, sondern tatsächlich eine kleine Kontaktstelle vorhanden ist, die als sehr kurze Einschnürung mit einem nicht definierbaren kleinen Querschnitt gelten kann. Es ist dann Sache des Versuches, festzustellen, welche Drucke oder sonstigen Maßnahmen erforderlich sind, um ein gefährliches Zusammenschweißen der Kontakte zu vermeiden[4].

Einige der ersten größeren Schalter für 600 A mit 12 mm Feinsilberkontakten sind für Gleichrichter nach Abb. 3 ausgeführt worden. Links ein sechspoliger Anodenschalter, rechts ein zweipoliger Gleichstromschalter mit Hörnerabreißkontakten. Der Feinsilberkontakt mit 12 mm Dmr. wurde sogar für Schalter bis 15 000 A verwendet, wobei Kontaktströme bis 2500 A auftreten. Das ist das Hundertfache der ursprünglichen Strombelastung.

Es ist hierbei natürlich notwendig, daß der kleine Silberkontakt in gut wärmeleitender Verbindung mit dem Kontaktträger steht, der selbstverständlich in seinem Querschnitt für die volle Stromstärke bemessen sein muß. Der Kontakt ist daher in seiner Unterlage eingesenkt verlötet und steht nur um rd. 1 mm vor. Die Kontaktfläche wird nur so groß gewählt, daß bei dem vorkommenden Kontaktdruck keine Formänderung eintritt.

Abb. 4 stellt eine der 6 Strombrücken für 2500 A dar, die in Trennschaltern für 15 000 A Dauerstromstärke nach Abb. 5 benutzt werden. Diese Konstruktion ist, abgesehen von der Verwendung der verhältnismäßig kleinen Silberkontakte, in verschiedener Hinsicht bemerkenswert, besonders wegen der sparsamen Verwendung der Baustoffe. Dazu ist anzustreben:

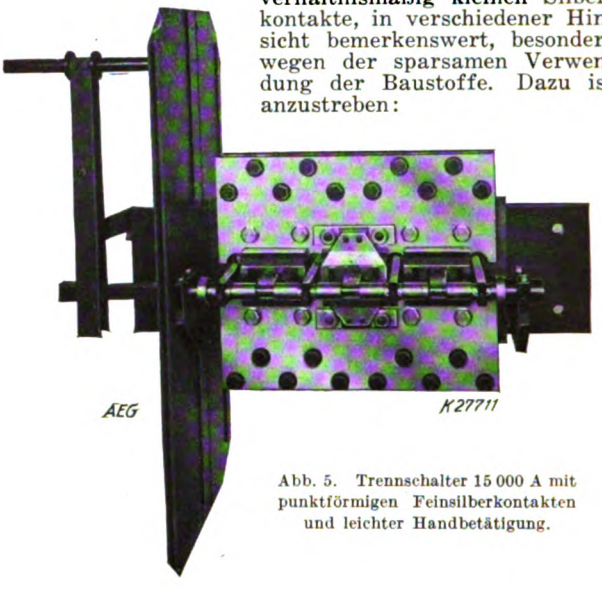


Abb. 5. Trennschalter 15 000 A mit punktförmigen Feinsilberkontakten und leichter Handbetätigung.

1. Hohe Stromdichte bei kleiner Erwärmung, d. h. Querschnitte mit relativ großer Oberfläche; das bedeutet bekanntlich dünne Kontaktplatten.
2. Kurze Stromwege, d. h. möglichst Zusammendrängen der zu überbrückenden Kontakte mittels der Stromschlußbrücken.
3. Vermeidung hoher mechanischer Beanspruchung im Traggerüst, was im vorliegenden Fall erreicht wird durch Ausgleich der auftretenden Druckkräfte mittels Zerlegung der Kontaktdrücke in zwei gegeneinander gerichtete Komponenten, woraus die Zweiteilung des Schalters in zwei gegenüberliegende Hälften folgt. Als Traggerüst genügt dann eine einfache ebene Stahlplatte.
4. Vermeidung hoher Biegungsbeanspruchung an dem Betätigungsorgan (Welle), d. h. Verteilung der Beanspruchung durch Anwendung mehrerer Zugstangen. Dadurch wird die Betätigungswelle klein im Durchmesser und ergeben sich an den Exzentern kleinere Radien, die wiederum die Torsionsbeanspruchung verringern.
5. Verwendung einfachster Isolierleisten, dünner Hartplatten und einfacher Isolierrohre. Das ist ebenfalls durch die einfache Tragplatte, auf welcher die beiden Schalterhälften gegenseitig befestigt werden, ermöglicht. Durch je 6 Schrauben werden die Kontaktplatten unter Zwischenschaltung einer dünnen Isolierplatte aus Hartpapier mittels Buchsen isoliert befestigt. Kontaktplatten und Tragschiene werden dadurch gegenseitig in günstigster Weise versteift. Die Isolation ist für eine Prüfspannung von 6000 V ausgelegt. Bei der Isolationsprobe fand ein Überschlag erst bei 7000 V durch Luft statt zwischen den spannungführenden durch die Tragschiene greifenden Lenkern und der Tragschiene.

Die Antriebswelle liegt bei dieser Konstruktion einseitig, dafür ergibt sich aber eine einfache Tragschiene als Schaltergerüst. Für U m schalter ist eine zentrale Anordnung der Exzenterwelle vorteilhafter, das Traggerüst

[3] ETZ 1920, S. 910. Für Feinsilber ist

$$W_{\ddot{u}} \approx \frac{0{,}2 \cdot 10^{-3}}{P} + 4{,}75 \cdot 10^{-6}\ \text{Ohm}.$$

[4] Inzwischen ist eine wertvolle Arbeit von L. Binder über die Erwärmung an Schaltstücken erschienen: ETZ 1932, S. 1241.

Digitized by Google

ist dann aber mehrteilig und besteht bei Schaltern für große Ströme aus zwei Tragschienen, die mit den Lagerkörpern fest verbunden sind. Für Schalter bis etwa 1000 A genügt Anklemmen der Kontakte mittels Laschen an den Lagerkörper, wobei die unteren Laschen als Tragschienen ausgebildet sein können (Abb. 6). Das ergibt ersichtlich die kleinstmögliche Bauweise, weil alle Teile dicht zusammengedrängt sind.

Dichtes Zusammendrängen führt aber nicht immer zu bester Werkstoffausnutzung, denn es ist zu beachten, daß abkühlende Oberflächen notwendig sind, so daß größere Schalter als Körper mit Kühlrippen oder Kühlkanälen durchsetzt erscheinen (Abb. 7).

Die Erwärmung eines nach den vorliegenden neuen Grundsätzen gebauten Schalters für große Stromstärken wird in erheblichem Maße durch die Stärke der Anschlußleitungen mitbestimmt wegen der sehr kurzen Baulänge des Schalters in Richtung der Stromlinien. Bei reichlich bemessenen Anschlußschienen bildet ja ein solcher Schalter selbst eine Art Stromeinschnürung und erhöht die Temperatur der Anschlußschienen nur wenig[5].

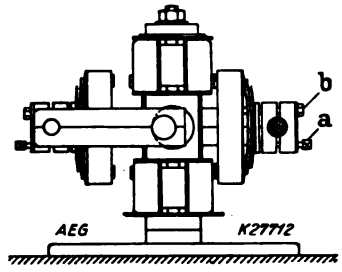


Abb. 6. Gedrängte, einfache Bauart eines 1000 A-Umschalters.

Zu den beschriebenen Vorteilen der eingangs beschriebenen Konstruktionen kommt noch ein sehr wesentlicher. Bürstenschalter für große Stromstärken können nur dann noch von Hand geschaltet werden, wenn der Schaltweg durch lange Bedienungshebel oder Übersetzungen bei Handradantrieb groß gemacht wird. Bei starren Kontaktbrücken dagegen kann die Außenfederung gering sein und fast vollständig abgefangen werden, so daß sich der Kontaktdruck nur im letzten Augenblick der Schaltbewegung äußert. Die mechanische Schaltarbeit ist daher trotz großer Druckkräfte wegen des kleinen Federweges sehr gering. Das höchste Drehmoment des eingangs gezeigten 15 000 A-Trennschalters betrug nur 600 ··· 800 cmkg, was eine bequeme Bedienung von Hand ermöglichte.

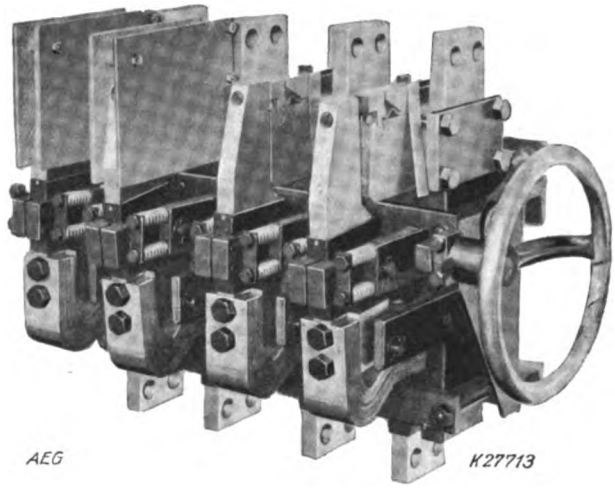


Abb. 7. Zweipoliger Umschalter für alle Anschlußmöglichkeiten.

Je nach Art der Stromzuführung, ob von oben, unten, vorder- oder rückseitig, ergeben sich verschiedene günstige Anordnungen der festen Kontakte, während sich für die Brücken von einer gewissen Größe ab die hochkant gestellte Brücke besser eignet. Für beliebigen Anschluß ist ein Aufbau des Schalters nach Abb. 7 gut geeignet. Eine große Anzahl dieser Schalter befindet sich bereits im praktischen Betriebe.

[5] Über den Einfluß der Anschlußschienenstärke auf die zulässige Schalterbelastung s. ETZ 1920, S. 234.

Öllose Leistungschalter (Wasserschalter) Bauart Brown Boveri.

Die in den letzten Jahren durchgeführten analytischen Untersuchungen der Vorgänge im Ölschalter haben die Grundlage zur genauen Berechnung von Ölschaltern gegeben. Prüfungen im Kurzschlußhaus haben weitestgehende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Prüfungsergebnis gezeigt. Die nach exakten Berechnungsmethoden und auf Grund einer langjährigen konstruktiven Entwicklung heute gebauten Ölschalter weisen daher einen sehr hohen Grad der Betriebsicherheit auf. Entsprechende Maßnahmen beim Einbau in die Anlage geben eine zusätzliche Sicherheit gegen das Verqualmen der Anlage oder das Umsichgreifen von Ölbränden.

Die Unterbringungsverhältnisse machen es jedoch bei vielen Anlagen wünschenswert, die Verwendung von Öl zu beschränken. Es wurde daher eine neue Schalterart den Ölschaltern zur Seite gestellt, bei denen bis zu Spannungen von etwa 30 kV Wasser als Löschflüssigkeit benutzt wird, während für die darüber hinausgehenden Spannungen wohl Öl, aber in nur sehr kleinen Mengen verwendet wird.

Abb. 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des wichtigsten Teiles, nämlich den Schalttopf des öllosen Brown-Boveri-Schalters der Reihe 10. Konstruktive Einzelheiten sind der Übersichtlichkeit halber weggelassen und der Aufbau nur in den wesentlichen Grundzügen dargestellt. Der Schalter ist in geöffnetem Zustande gezeichnet. In geschlossenem Zustande befindet sich der Schaltstift *1* im Innern der Kammern und wird an seinem Ende von den ihn konzentrisch umgebenden Lamellen des feststehenden Kontaktes *2* umgeben. Die kugelgelenkartig aufgestützten Lamellen werden durch Federn fest und gleichmäßig an den Kontaktstift angepreßt.

Beim Öffnen des Schalters wird der Kontaktstift mit großer Geschwindigkeit nach oben gezogen. Der dabei zwischen den sich entfernenden Kontaktteilen entstehende Lichtbogen verdampft in der Druckkammer (*3*) einen Teil der Löschflüssigkeit. Infolge des kleinen Rauminhalts der Kammer entsteht sehr rasch ein hoher Druck. Sobald der Kontaktstift die Öffnung zwischen der Druckkammer und der anschließenden Kondensationskammer (*4*) freigibt, strömt der Dampf in diese aus und entspannt sich. Hierbei entzieht er dem Lichtbogen einen Teil seiner Wärme und reinigt die Gasstrecke von Ionen, so daß bei der inzwischen groß gewordenen Entfernung der Kontaktteile alle Bedingungen für eine rasche und endgültige Unterbrechung des Lichtbogens geschaffen sind. In seiner Endlage befindet sich der Kontaktstift außerhalb der Kammern. Durch die obere Öffnung der Kondensationskammer tritt nur sehr wenig Dampf aus, da dieser inzwischen, soweit er noch nicht kondensiert ist, durch den Kanal *8* und den Auspuff *7* abgeleitet wurde.

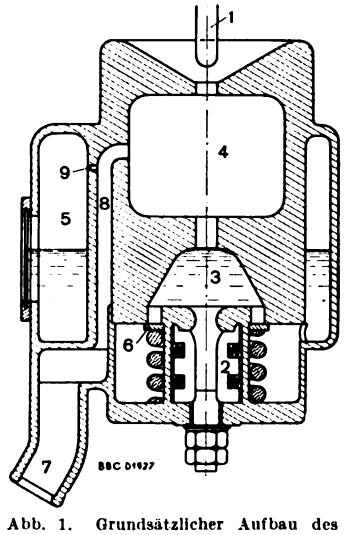


Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau des Schalttopfes des öllosen Brown-Boveri-Schalters Reihe 10.

Die Abmessungen der Druckkammer sind so getroffen, daß unter allen Umständen ein Druck entsteht, der ge-

Digitized by Google

nügt, um bei der nachfolgenden Entspannung den Lichtbogen rasch zu löschen. Das Auftreten unzulässig hoher Drücke bei sehr schweren Kurzschlüssen wird durch das Ventil *6* vermieden, das nötigenfalls einen Teil des Dampfes in die Ausgleichkammer *5* entweichen läßt. Das in dieser oberhalb der Flüssigkeit befindliche Luftkissen verhütet in ihr das Entstehen eines unzulässig hohen Druckes. Der eingedrungene Dampf wird in dieser Kammer rückkondensiert.

Neben dem Druckausgleich dient die Kammer (*5*) als Vorratskammer für die Löschflüssigkeit. Da sie durch die Öffnung *9* mit dem Freien und anderseits mit der Druckkammer in Verbindung steht, stellen sich die beiden Flüssigkeitspiegel gleich hoch. Ein Wasserstandsglas an der Vorratskammer läßt von außen erkennen, ob genügend Vorrat vorhanden ist. Da der Inhalt der Druckkammer gegenüber dem der Vorratskammer klein ist und der meiste Dampf kondensiert wird, reicht die aufgespeicherte Flüssigkeitsmenge für eine Reihe von Abschaltungen auch bei maximaler Schaltleistung aus, ohne daß Nachfüllungen notwendig werden. Normale Betriebsabschaltungen können in großer Zahl ohne Nachfüllungen vorgenommen werden.

Das Wasser erhält zur Herabsetzung des Gefrierpunktes und zur Vermeidung von Korrosionserscheinungen bestimmte Zusätze. Das Nachfüllen der Löschflüssigkeit kann während des Betriebes mit einem besonderen Gefäß erfolgen.

Die Druck- und die Kondensationskammer bestehen aus druckfestem Preßstoff, während das sie umgebende Schalttopfgehäuse, von dem auch die Ausgleichskammer einen Teil bildet, aus Spezialguß besteht.

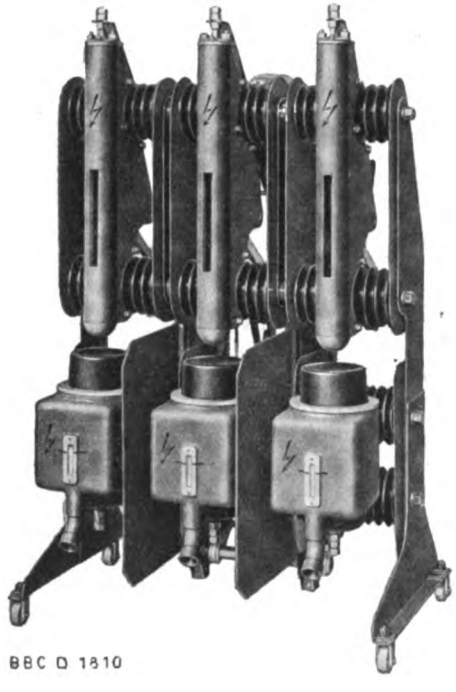


Abb. 2. Ölloser Brown-Boveri-Schalter der Reihe 10.

Abb. 2 zeigt die Vorder- und Abb. 3 die Rückseite eines Schalters der Reihe 10. Der Schalttopf wie auch die Geradführung für den Schalterstift zur Umformung der Drehbewegung des Antriebes in eine geradlinige, sind an horizontalen Rillenisolatoren befestigt, die zwischen kräftigen Eisenkonstruktionen eingespannt sind, so daß sich eine gute Versteifung und mechanische Festigkeit gegen die Schaltschläge ergibt. Die Anschlüsse erfolgen oben an der Geradführung und unten an dem Schalttopf. Es ergibt sich damit ein geradliniger Strompfad unter Vermeidung von bezüglich der dynamischen Beanspruchungen ungünstigen Stromschleifen.

Neben einer hohen Ausschaltgeschwindigkeit erfordern die öllosen Schalter eine hohe Einschaltgeschwindigkeit, um das Verdampfen der leitenden Löschflüssigkeit zwischen den sich nähernden Kontakten zu vermeiden. Sie erhalten daher meist einen Kraftspeicherantrieb sowohl für die Aus- als auch für die Einschaltung, können

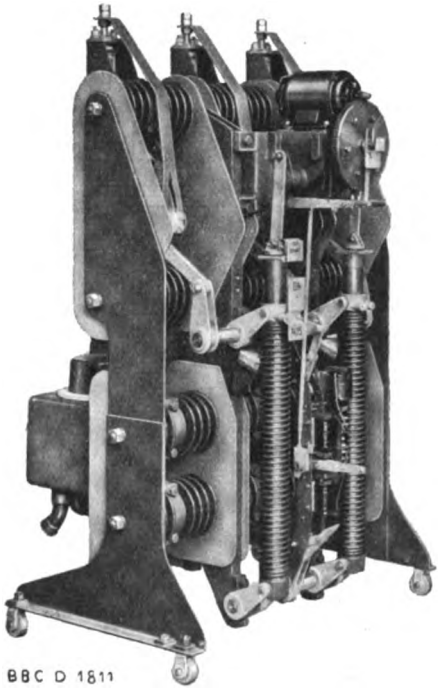


Abb. 3. Rückseite eines öllosen Brown-Boveri-Schalters der Reihe 10 mit angebautem Kraftspeicherantrieb für Motoraufzug.

jedoch auch für Druckluftantrieb geliefert werden. Bei dem abgebildeten Schalter ist der Kraftspeicherantrieb direkt an das Gestell angebaut. Sowohl für die Ein- als auch für die Ausschaltung sind je zwei kräftige Federn vorhanden, u. zw. liegen je eine Ein- und eine Ausschaltfeder konzentrisch übereinander. Die zwei Federpaare sind in Abb. 3 gut sichtbar. Sie können mit einem Elektromotor und mit einer Handkurbel gespannt werden. Ihre Auslösung geschieht durch das Aufheben von Verklinkungen mit Elektromagneten. Eine Verriegelung verhindert, daß der Schalter geschlossen werden kann, ohne daß die Ausschaltfeder voll gespannt ist und damit die Möglichkeit einer einwandfreien Ausschaltung besteht.

Die beschriebenen Schalter sind für Nennstrom bis 1000 A ausgeführt und bis 2500 A in Vorbereitung. Sie werden für Abschaltleistungen von 100 bzw. 200 bis 400 MVA geliefert. Die Schalter sind im Kurzschlußhaus sowohl auf ihre Aus- als auch Einschaltleistung eingehend geprüft. Sie können einen Einschaltstrom von 42 000 A Scheitelwert einwandfrei schalten.

Die öllosen Schalter für Spannungen bis 30 kV sind ähnlich den vorstehend beschriebenen aufgebaut.

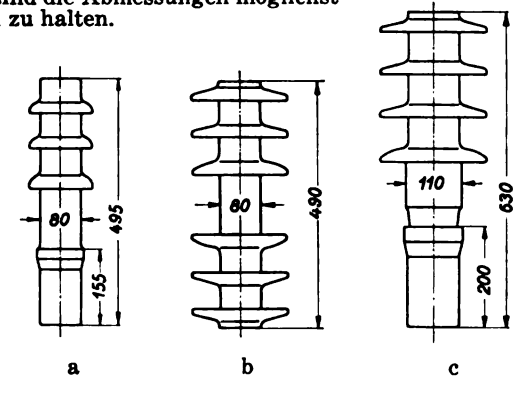
Für Höchstspannungsanlagen kann auch bei Schaltern, die nach dem oben angegebenen Prinzip arbeiten, auf das Öl als Löschmittel nicht verzichtet werden. Es ergeben sich jedoch ölarme Schalter, deren Versuchsausführungen für Spannungen von 100 und 45 kV bereits sehr gute Ergebnisse gezeitigt haben. Unter anderem wurde eine Ausführung fertiggestellt für eine Schaltleistung von 600 MVA bei 100 kV wiederkehrender Spannung; die Lichtbogendauer beträgt dabei 0,03 s. *Ap.*

Digitized by Google

NACHRICHTEN AUS DER INDUSTRIE.

Leitungen.

Einrohr-Durchführungen. — Veranlaßt durch die außerordentlich günstigen Erfahrungen, die mit ihren Mehrrohr-Durchführungen[1] seit Jahren im praktischen Betriebe gemacht worden sind, hat die Hescho (Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft) reine Porzellandurchführungen auch für 3, 6, 10, 20 und 30 kV entwickelt. Bei diesen Spannungen kann die Beanspruchung auf Durchschlag unbedenklich einem einzigen Porzellanrohr zugemutet werden, während anderseits durch entsprechende Bemessung und Formgebung sicherzustellen ist, daß derartige „Einrohr-Durchführungen" die von den VDE-Bestimmungen[2] geforderten Mindest-Überschlagspannungen besitzen. Im übrigen sind die Abmessungen möglichst klein zu halten.



a 20 kV-Innenraum-Apparatedurchführung
b 20 kV-Wanddurchführung mit erhöhter Sicherheit gegen Spannungsstoß
c 30 kV-Apparatedurchführung mit erhöhter Sicherheit gegen Spannungsstoß

Abb. 1. Hescho-Einrohr-Durchführungen.

Diese Forderungen hat die Hescho bei ihren Einrohr-Durchführungen durch die Anordnung entsprechend bemessener Schirme längs des Überschlagweges erfüllt, wodurch, wie als Ergebnis umfassender Versuche bereits mitgeteilt wurde[3], eine hohe Überschlagspannung bei kleinem Fassungsdurchmesser erzielt wird. Die Feldverdichtung an den Fassungsrändern wird durch einen auf die Fassungstelle aufgespritzten Kupferbelag beseitigt, der bis in die Hohlkehlen der Fassungswulste reicht[4] und eine gute Verbindung mit dem Fassungsflansch ermöglicht. Die Innenfläche des Porzellanrohres wird ebenfalls mit einem leitenden Überzug versehen, so daß der Durchführungsbolzen unmittelbar eingeführt werden kann. Die durch diese Formgebung erzielten kleinen Abmessungen der Hescho-Einrohr-Durchführungen läßt Abb. 1a an einer 20 kV-Innenraum-Apparatedurchführung erkennen. Hierbei ist noch hervorzuheben, daß die Fassungstellen der Apparatedurchführungen nach dem Ölteil hin nur durch eine Hohlkehle[5] abgegrenzt werden, damit eine öldichte Verbindung mit dem Gehäuse durch einen einteiligen Flansch bewirkt und der Durchmesser eines etwa aufzuschiebenden Wandlers klein gehalten werden kann.

Auf Grund der guten Einführung der vorgenannten Bauarten stellt die Hescho seit neuester Zeit für 10, 20 und 30 kV auch Einrohr-Durchführungen mit erhöhter Sicherheit gegen Spannungstöße her, auf die ja der Überschlag unbeschädigter Durchführungen im praktischen Betriebe fast stets zurückzuführen ist. Bei diesen Durchführungen werden jedoch sowohl bei den Wanddurchführungen (Abb. 1b), als auch bei den Apparatedurchführungen (Abb. 1c) die gleichen Bauarten für Freiluft und Innenraum verwendet. Bei den Freiluft-Wanddurchführungen, bei denen der gegen Regen und Schmutzniederschläge geschützte Innenraumteil die gleichen Schirme und die gleichen Abmessungen und somit eine höhere Überschlagsicherheit als der Freiluftteil aufweist, verläuft daher ein etwaiger Überschlag stets außerhalb des Werkes. J. Wallich.

[1] ETZ 1927, S. 290; 1930, S. 59.
[2] L. S. G./1932 (ETZ 1932, S. 514); REH./1929 (ETZ 1929, S. 242)
[3] ETZ 1932, S. 221.
[4] DRP. Nr. 337 289.
[5] DRGM. Nr. 990 202 u. 1 228 589.

Absuchen von Mittelspannungs-Freileitungen nach Isolatoren mit Haarrissen. — In der „Elektrizitätswirtschaft" wird ein Verfahren beschrieben, das es ermöglicht, Stützisolatoren in Mittelspannungsnetzen auf Haarrisse zu untersuchen, ohne daß die Leitung abgeschaltet zu werden braucht. Zur Feststellung von Haarrissen am Kopfe älterer zweiteiliger gekitteter Stützenisolatoren hat sich ein von Wesche, Frankfurt/O., durchgebildeter Absuchspiegel mit Drehvorrichtung besonders bewährt, der an zwei ineinander geführten, etwa 2 m langen Isolierrohren beweglich angebracht ist. Der Hauptvorteil des neuen Arbeitsverfahrens beruht darin, daß das Abspiegeln vom Maste aus während des Betriebes an Wochentagen durch das Bezirkspersonal vorgenommen und die Abschaltzeit für das Auswechseln der Isolatoren wesentlich verkürzt werden kann. Hierzu wird ein in einem isolierenden Rahmen untergebrachter Spiegel benutzt, der am Ende einer Stange aus Isoliermaterial senkrecht zur Stangenachse drehbar gelagert ist. Durch eine sinnreiche Vorrichtung ist es möglich, den Spiegel während der Beobachtung zu drehen, so daß der zu untersuchende Isolator bequem von allen Seiten betrachtet werden kann. An Hand umfangreichen Zahlenmaterials, das in dem Betrieb eines großen Überlandwerkes aufgenommen wurde, ist die praktische Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit der neuen Untersuchungsmethode ausführlich nachgewiesen. Abb. 1 zeigt die Handhabung des Spiegels auf dem Mast. Der beschriebene Absuchspiegel, der patentrechtlich geschützt ist, wird von der Firma Jaroslaw's Erste Glimmerwaren-Fabrik in Berlin, Berlin-Weißensee, hergestellt und vertrieben.

Abb. 1. Arbeiten mit dem Suchspiegel.

Wie eine Nachprüfung abgespiegelter Strecken durch genaue nachträgliche augenscheinliche Untersuchungen ergab, werden mit dem Spiegel nur solche frische Haarrisse nicht gefunden, die infolge ihrer geringen Tiefe ohnehin für die Betriebsicherheit der Isolatoren noch ungefährlich sind. (Elektr.-Wirtsch. 1932, S. 421.) *W. W.*

Verbindungsmuffen für Adervertauschung. — Wegen der Empfindlichkeit der starken Isolierschichten von Höchstspannungskabeln gegen kurze Biegungen kann man bei der Montage der Verbindungsmuffen solcher Kabel die einzelnen Adern nur ihrer zufälligen Lage entsprechend verbinden, ohne Rücksicht auf die Phasenfarbe. Die vorgeschriebene Reihenfolge der Phasen zwecks richtigen Anschlusses an die Sammelschienen wird bei der Montage der Endverschlüsse erzielt. Schwierigkeiten treten aber auf, wenn z. B. ein Kabel geschnitten und mit einem anderen verbunden werden muß. Die Phasenfolge in den Endverschlüssen ist dann bereits festgelegt. In der neu zu montierenden Verbindungsmuffe müßten die Adern phasenrichtig verbunden werden, was jedoch wegen der meist erforderlichen gewaltsamen Biegungen unzulässig ist. Auch bei Kabelreparaturen, bei denen das Einsetzen

Digitized by Google

eines Kabelstückes mit Verbindungsmuffen notwendig ist, ist die Erreichung einer farbengleichen Verbindung oft undurchführbar. Man muß in solchen Fällen die Zuleitungen an den Sammelschienen umklemmen und außerdem auch die Niedervoltleitungen der in den Zuleitungen befindlichen Stromwandler. Diese Schwierigkeiten werden vermieden bei Verwendung der AEG-Verbindungsmuffen für Adervertauschung (Abb. 1). In dem einseitig verlängerten Hals der Schutzmuffe ist genügend Platz vorhanden,

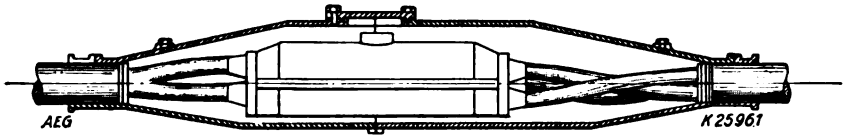


Abb. 1. Unsymmetrische Verbindung für Adervertauschung.

um die Adern ohne scharfe Biegungen vertauschen zu können. Bei Dreimantelkabeln wird die farbenrichtige Verbindung in der normalen Innenmuffe und die „Aderkreuzung" in der unsymmetrischen Schutzmuffe vorgenommen, so wie es das Bild zeigt. Bei den sog. H-Kabeln dagegen wird auch die Aderkreuzung in der Innenmuffe vorgenommen, die in diesem Falle genau wie die Schutzmuffe einen einseitig verlängerten Hals haben muß. — Bei der Verlegung und Montage neuer Kabelstrecken verfährt man zweckmäßig so, daß man in den Endverschlüssen und Muffen die Adern ihrer natürlichen Lage entsprechend verbindet, ausgenommen in einer Muffe. In dieser Spezialmuffe, die zuletzt montiert wird, werden die Adern phasengleich verbunden, so daß also für jede Kabelstrecke nur eine solche Muffe nötig ist. (AEG-Mitt. 1932, S. 312.) *Dö.*

Elektromaschinenbau

Transformatoren mit stufenloser Regelung. — Die Transformatoren-Fabrik Magnus, Nürnberg-S., stellt einen stufenlos regelbaren Transformator (DRP.) her, bei welchem der Regelbereich sehr weit ausgedehnt ist. Bei diesen Regeltransformatoren (Abb. 1) ist die sekundäre Wicklung, deren Spannung stufenlos geregelt wird, unterteilt. Der eine Teil ist fest mit der primären Wicklung gekoppelt, während der andere Teil auf einem beweglichen Zwischenjoch angeordnet ist. Die Lage des Zwischenjochs zu zwei entgegengesetzt gerichteten Magnetfeldern kann derart verändert werden, daß die in dem beweglichen Wicklungsteil induzierte Spannung zu der Spannung im festen Wicklungsteil gleich oder entgegengesetzt gerichtet wird. Die Spannungsvektoren summieren oder subtrahieren sich hiermit. Die feste Kopplung eines Teils der sekundären mit der primären Wicklung sowie die Anbringung von Kurzschlußwindungen auf dem beweglichen Teil ermöglichen eine starke Verkleinerung der Kurzschlußimpedanz und des davon abhängigen Spannungsabfalles. Durch geringe Eisensättigung, gut aufgeschliffene Gleitflächen und federnde Verspannung wird das bei Regeltransformatoren häufige Brummgeräusch auf ein Minimum herabgesetzt. Der Transformator wird zweiteilig ausgeführt, wobei die primäre Wicklung auf vier feststehende Schenkel verteilt ist, über die gleichzeitig der feste Teil der sekundären Wicklung, wie bei einem gewöhnlichen Transformator, in Röhrenwicklung aufgebracht ist. Zwischen den feststehenden Schenkeln bewegt sich ein im Eisen unterteiltes Zwischenjoch mit der anderen Hälfte der sekundären Wicklung. Die Bewegung des Joches geschieht durch eine Spindel derart, daß sich der Kern aus dem einen Feld in das entgegengesetzt gerichtete Feld verschiebt, wodurch ein kontinuierliches Anwachsen der Spannung von einem Minimum auf ein Maximum oder umgekehrt erreicht wird. Um zu vermeiden, daß der Kraftfluß sich auf Eisenteile verstreut, die nicht zur Leistungsübertragung nötig sind, werden diese durch Kurzschlußwindungen geschützt.

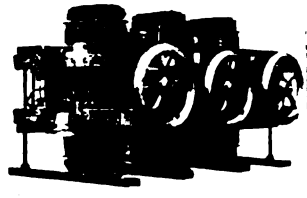


Abb. 1. Transformator mit stufenloser Regelung.

Motoren mit Preßgußanker. — Die Heemaf S. K. A.-Motorenwerk A.G., Dortmund, zeigt auf ihrem Stand im Haus der Elektrotechnik die neue Herstellungsweise der Rotoren für ihre Kurzschlußanker- (K.A.) und Spezial-Kurzschlußankermotoren (S.K.A.). Diese werden jetzt auf einer Preßgußmaschine unter einem Druck von 300 atü hergestellt, wodurch Lötstellen ganz fortfallen. Der Rotor bildet durch das neue Verfahren ein Ganzes von großer Festigkeit, was deutlich an dem Klang, den der Rotor beim Anschlagen mit einem metallenen Gegenstand hervorbringt, zu hören ist. Reparaturen und Betriebstörungen, welche sonst durch das Defektwerden des Rotors entstehen können, sind dadurch ganz ausgeschlossen. Außerdem ist eine Serie Heemaf-S.K.A.-Motoren und K.A.-Motoren in normaler tropfwassergeschützter und außengekühlter Ausführung ausgestellt sowie auch die Ausführung als Flanschmotor. Besonders wichtig für Landwirtschaft und Siedlungen ist die Vorführung des Anwurfmotors und des Einphasen-Wechselstrommotors. Die Verwendung dieser Motoren zum Antrieb von Pumpen für Hauswasserversorgung und verschiedenen landwirtschaftlichen Maschinen wird vorgeführt, wobei die besonderen Vorteile in bezug auf Einfachheit der Bedienung und Wirtschaftlichkeit der Anlage ins Auge fallen.

Apparate.

Neue Wege im Bau gekapselter Niederspannungs-Verteilungen. — Die neueste Entwicklung geht dahin, auch die gekapselten Verteilungsanlagen als Fernschaltanlagen mit selbsttätigen Geräten auszurüsten und gleichzeitig ihren ursprünglichen Zweck zu erweitern und statt reiner Zu- und Ableitungs-Schaltgeräte vollständige

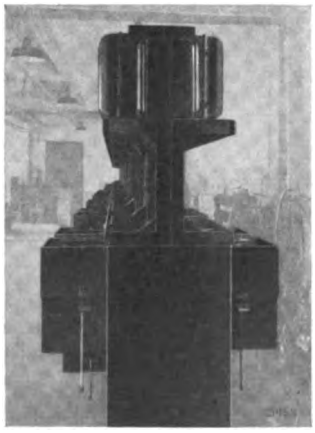


Abb. 1. Ansicht einer stahlgekapselten Fernschaltverteilung vor Einbau der Sammelschienen

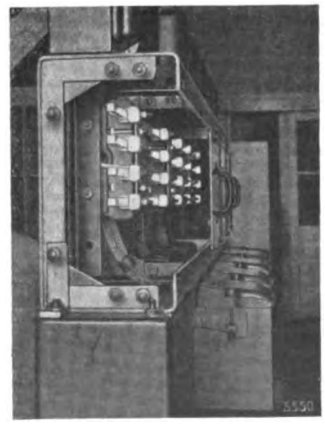


Abb. 2. Seitenansicht eines Sammelschienenkastens mit der bemerkenswerten Deckelanordnung.

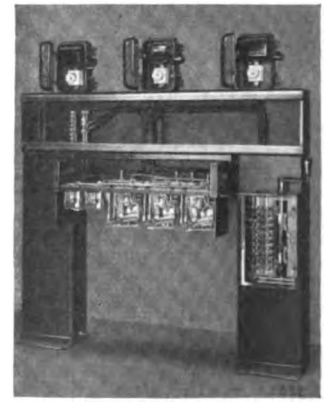


Abb. 3. Steuerstrom-Verteilungsanlage für 3 Netze mit selbsttätiger und wahlweiser Handumschaltung.

Digitized by Google

Schaltanlagen einschl. aller selbsttätigen Anlaß-, Signal- u. dgl. Vorrichtungen anzubauen. Die erste Vorbedingung für die Entwicklung derartiger Verteilungen war die Herstellung eines neuen Sammelschienenkasten-Systems. Die Kästen wurden aus Stahlplatten hergestellt und verschweißt; die größere Beweglichkeit, die diese Herstellung ermöglicht, gestattete auch bezüglich der Kastenlänge und Querschnitte bessere Anpassung an die erforderlichen Größen. Der alte Grundsatz, zu jedem Ableitungschalter auch einen besonderen kleinen Sammelschienenkasten mit zahlreichen Verschraubungen zu verwenden, konnte verlassen werden. Die Sammelschienenkästen erreichen jetzt bedeutende Längen (z. Z. bis 1,50 m). Ein Vorzug der alten Anlagen bestand darin, daß man die Abgänge von den Sammelschienen auf der Rückseite der Anlage ganz klar übersehen konnte. Da jedoch die neuen Kästen auf der Vorderseite keiner senkrechten Stützen mehr bedürfen, also auf der ganzen Länge ein U-förmiges Profil aufweisen, liegen hier nach Abnahme der Deckel die Sammelschienen auf ihrer ganzen Länge frei.

Abb. 4. Stahlgekapselte Fernschaltverteilung betriebsmäßig abgedeckt.

Die einzelnen Baustadien einer Verteilungsanlage der Firma F. Klöckner, Köln-Bayenthal, sollen nachstehend an einigen Bildern besprochen werden. Es handelt sich um die Hauptverteilung einer Zuckerfabrik, die über 3 Energiequellen verfügt. Jeder Hauptabzweig ist durch einen Hilfstrom-Walzenschalter in der Schaltwarte nach Wunsch auf eins der 3 Netze umschaltbar.

Abb. 1 zeigt einen Teilausschnitt dieser Anlage vor Einsatz der Sammelschienen und Herstellung der Verbindungen zu den Zu- und Ableitungsgeräten, insbesondere die Seitenansicht zeigt den vorgesehenen vollständig offenen Kanal für die Aufnahme der Sammelschienen. Für den Anbau wurden restlos Ölschützenschalter in Verbindung mit Hochleistungs-Trennsicherungen verwandt.

Die ganz glatten Stahldeckel mit kräftigen Griffen zeigt Abb. 2. Diese Deckel greifen oben hinter die Vorderkante des Sammelschienenkastens, unten vor die Vorderkante. Auf diese Weise wird eine gute Tropfwasser-Abdichtung erzielt. Die Sammelschienen liegen in Hartsteinzeug-Trägern.

Da die Verwendung dreier Netze in diesem Falle besondere Aufgaben hinsichtlich der Steuerspannung stellte, wurde eine besondere Steuerstromverteilung aufgestellt mit einem selbsttätigen Umschalter, der selbsttätig beim Ausbleiben der Spannung auf einem Netz den gesamten Steuerstromkreis auf ein anderes Netz schaltet. Außer dieser selbsttätigen Umschaltung weist diese Verteilung noch eine Handumschaltung mit Schaltwalze auf. Diese Verteilung zeigt Abb. 3, oben erkennbar die Zuleitungschalter der 3 verschiedenen Steuerleitungsnetze, zwischen den Stützen der selbsttätige Dreifach-Netzumschalter, rechts auf der Stütze der Handumschalter. Die Anlage wurde außerdem noch mit zahlreichen Signal- und Überwachungsgeräten ausgerüstet; sie stellt mit 2·16 m Länge wohl die größte z. Z. aus einem Stück hergestellte Fernschaltanlage mit Ölschützen dar. Bemerkenswert ist noch, daß die stählernen Hohlstützen zur Aufnahme der Leitungs-Zu- und -Ableitungen eingerichtet worden sind (Abb. 4).

Ein neuer Schnellregler (Kohledruckregler). — Der neue Kohledruckregler der S S W ist ein hochwertiger, dabei billiger Schnellregler, billiger auch als die motorisch angetriebenen Selbstregler, die unter dem Namen Eil- und Trägregler bekannt sind.

Das Prinzip des Schnellreglers (Abb. 1) ist die Druckabhängigkeit des Ohmschen Widerstandes von Kohlesäulen, die hier aus kreisförmigen 0,5 mm starken Kohleplättchen geschichtet sind. Der Druck wird in Abhängigkeit gebracht von der zu regelnden Spannung, die an die Klemmen der Magnetspule *10* gelegt wird. Die Kohlesäulen werden als veränderlicher Widerstand in den Erregerstromkreis des zu regelnden Generators geschaltet.

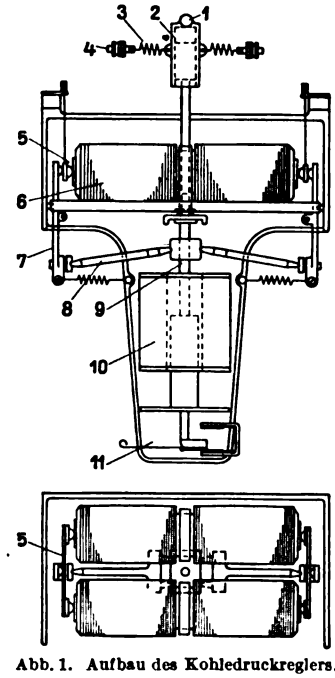


Abb. 1. Aufbau des Kohledruckreglers.

Die wesentlichen Teile des Reglers sind das Steuerglied (*9* und *10* in Abb. 1), die vier Kohlesäulen *6* und die Rückführungseinrichtung *1* ··· *4*. Das Steuerglied ist als Solenoid *10* ausgebildet und verstellt unmittelbar den Regelwiderstand. Die Achse des Magnetkerns *9* wird oben durch den Rückführzylinder *2*, unten durch eine Blattfeder *11* geführt. Die Druckbrücken *5*, die den Anpreßdruck auf die Kohlesäulen ausüben, werden durch das Steuerglied über Stelzen und Schwingen *8* und *7* verstellt. Oben in der Verlängerung der Achse ist die Rückführeinrichtung angebracht; sie besteht aus den Rückführfedern *3* und der Rückführ-Luftbremse *2*. Die Vorspannung der beiden Rückführfedern kann durch Einstellschrauben *4* verändert werden; ebenso kann die Wirkung der Luftbremse durch eine Drosselschraube *1* geregelt und damit die Rückführung den Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

Weicht die an den Klemmen der Spule *10* liegende Spannung von ihrem Sollwert ab, so bewegt sich der Kern nach oben oder unten. Dadurch wird der Druck auf die Kohlewiderstände verändert und entsprechend der Regelwiderstand vergrößert bzw. verkleinert. Hierbei ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Steuergliedes erheblich, da zunächst lediglich die Rückführfedern gespannt werden, die Luftbremse aber nicht durchgezogen zu werden braucht. Je größer die Abweichung der Generatorspannung vom Sollwert ist, einen um so größeren Weg legt das Steuerglied *9* des Reglers zurück, und um so größer ist die Änderung der Erregerspannung, welche die Generatorspannung auf ihren Sollwert zurückführt. Dieses Verhalten verleiht dem SSW-Kohledruckregler die Eigenschaften eines Schnellreglers.

Die Unempfindlichkeit des Reglers beträgt etwa ± 1,2 % der Sollspannung. Der Regler ist in normaler Ausführung astatisch, d. h. er regelt unabhängig von der Belastung von Leerlauf bis Vollast eine konstante Spannung ein. Die konstant zu haltende Spannung kann durch den in Reihe mit der Spannungspule liegenden Sollwert-Einsteller normalerweise um etwa ± 5 % geändert werden. — Der Kohledruckregler wird normal für 100 ··· 550 V Gleichstrom und für 100 V Wechselstrom bei Frequenzen von 45 ··· 60 Hz geliefert. *Sc.*

Leistungstrennschalter. — Die Haustransformatoren in Umspannwerken werden im allgemeinen auf der Oberspannungseite über einen Leistungschalter an die speisende Sammelschiene angeschlossen. Um die bei höherer Betriebspannung nicht unerheblichen Kosten für den Leistungschalter zu sparen, liegt es nahe, dafür Hochleistungsicherungen in Reihe mit einem Trennschalter zu verwenden. Die Sicherungen sollen bei einem Kurzschluß am Transformator die Abtrennung von der Sammelschiene vornehmen. Der Trennschalter dient lediglich zu Betriebschaltungen.

An sich würde es genügen, wenn der Trennschalter den Leerlaufstrom des Transformators schalten könnte. Durch Verbindung seines Antriebsgestänges mit dem Schaltgerät der Unterspannungseite kann erreicht werden,

Digitized by Google

daß zu Beginn der Ausschaltbewegung des Trennschalters der Niederspannungschalter zuerst auslöst. Die Einschaltung läßt sich ebenfalls zwangläufig erst auf der Ober- und dann auf der Unterspannungseite durchführen. Für die beiden Transformatorengrößen 100 und 200 kVA ergeben sich bei den verschiedenen Betriebspannungen die nachstehenden Werte:

Betriebspannung kV	Transformator-Nennstrom A	Leerlaufstrom A
Transformatorleistung 100 kVA		rd. 6,5%
10	5,75	0,38
20	2,88	0,19
30	1,92	0,12
Transformatorleistung 200 kVA		rd. 5,5%
10	11,55	0,64
20	5,75	0,32
30	3,85	0,21

Da der Leerlaufstrom stark induktiv ist, wird ein Trennschalter im allgemeinen kaum imstande sein, bei Hochspannung die angegebenen Ströme zu schalten. Es muß aber gefordert werden, daß der Trennschalter Stromstärken bis zum Grenzstrom der vorgeschalteten Sicherung einwandfrei bewältigt. Es ergeben sich dabei folgende Werte:

Betriebspannung kV	Nennstrom der Hochleistungsicherung A	Grenzstrom der Hochleistungsicherung 2,1 × Nennstrom A
Transformatorleistung 100 kVA		
10	10	21
20	6	12,6
30	4	8,4
Transformatorleistung 200 kVA		
10	15	31,5
20	10	21
30	6	12,6

Diese Ströme, die ein Vielfaches des Transformator-Nennstromes sind, kann natürlich ein einfacher Trennschalter nicht mehr schalten. Für die hier geschilderten Verhältnisse hat die Firma Voigt & Haeffner AG., Frankfurt a. M., einen Leistungstrennschalter (Abb. 1) entwickelt. Er erhält keine selbsttätige Auslösung, da er nicht für die in der Anlage auftretende Kurzschluß-Ausschaltleistung bemessen werden kann. Mit ihm werden nur Betriebschaltungen vorgenommen, als Kurzschlußschutz dienen ebenfalls Hochleistungsicherungen.

Der Leistungstrennschalter besteht aus einem Schubtrennschalter[1], auf dessen unteren festen Stützern sich Löschtöpfe aus Porzellan befinden (Abb. 1 zeigt Löschtöpfe aus Hartpapier). Als Schaltflüssigkeit dient nichtbrennendes Öl. Die Löschtöpfe (Abb. 2) setzen sich aus einem äußeren Zylinder und einer in diesem eingebauten Löschkammer zusammen. Der Lichtbogen, der sich bei Trennung der Schaltstücke bildet, wird in die Löschkammer hineingezogen. Das dabei entwickelte Gas treibt einen Flüssigkeitstrom durch die untere Öffnung der Löschkammer und bewirkt die Löschung des Lichtbogens. Die Ölgase können zwischen Löschkammer und Zylinder nach oben entweichen. Bei Schaltleistungsprüfungen mit einem Leistungstrennschalter-Pol wurde ein induktionsfreier Strom von 300 A bei 10 kV Versuchspannung ein wandfrei ein- und ausgeschaltet. Weitere Versuche wurden mit stark induktivem Strom durchgeführt, u. zw. wurde ein Einphasentransformator von 1250 kVA leerlaufend bei 10 kV Versuchspannung zu- und abgeschaltet.

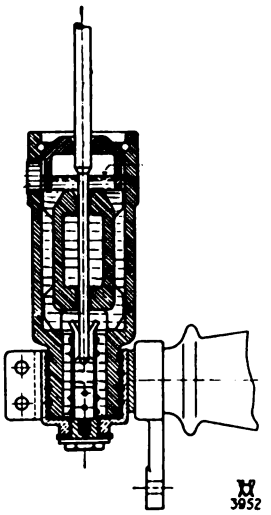


Abb. 2. Löschtopf des Leistungstrennschalters.

In gleicher Weise wie für Haustransformatoren kann der Leistungstrennschalter auch für Transformatoren in Netzstützpunkten und bei Hochspannungsverbrauchern Verwendung finden. — Der Leistungstrennschalter der Abb. 1 ist für eine Betriebspannung von 35 kV gebaut und seit mehreren Monaten in Betrieb. Da in dem betreffenden Umspannwerk 2 Haustransformatoren von je 200 kVA benötigt werden, bedeutete die Verwendung von Leistungstrennschaltern eine wesentliche Kostenersparnis.

Ein- und zweiphasiges unabhängiges Überstrom-Zeitrelais. — Die Firma E. Neumann Hochspannungs-Apparate G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5, hat ein neues unabhängiges Sekundär-Überstrom-Zeitrelais entwickelt, das allen Anforderungen bezüglich Zeitgenauigkeit, Betriebsicherheit, Kurzschlußfestigkeit usw. gerecht wird. Das Relais besteht aus einem Klappankermagneten, zwischen dessen Schenkeln eine Ferraris-Scheibe läuft. Wird der eingestellte Ansprechwert (einstellbar vom 1,2 ··· 2fachen Nennstrom) überschritten, so wird der Klappanker angezogen und gleichzeitig eine Zahnkupplung eingerückt, die das Laufwerk

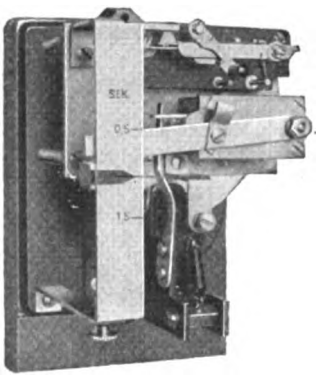


Abb. 1. Einphasen-Überstrom-Zeitrelais (ohne Schutzkappe).

[1] ETZ 1931, S. 263.

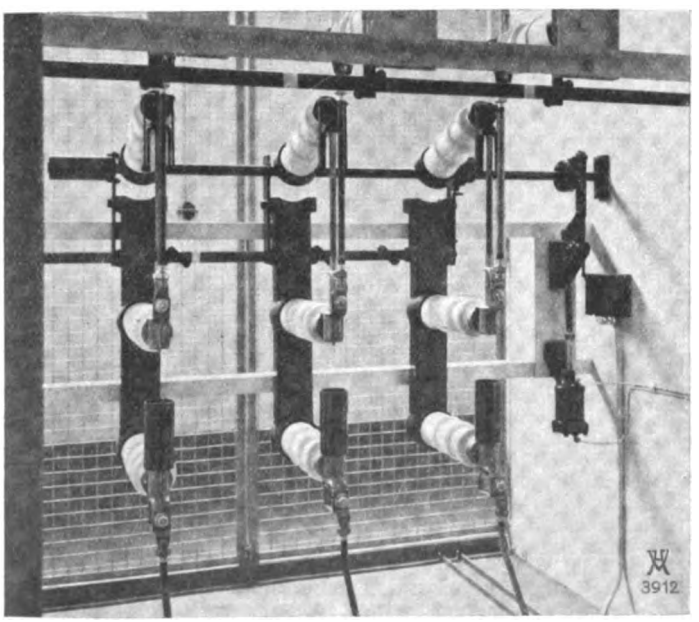


Abb. 1. Leistungstrennschalter für 35 kV Betriebspannung.

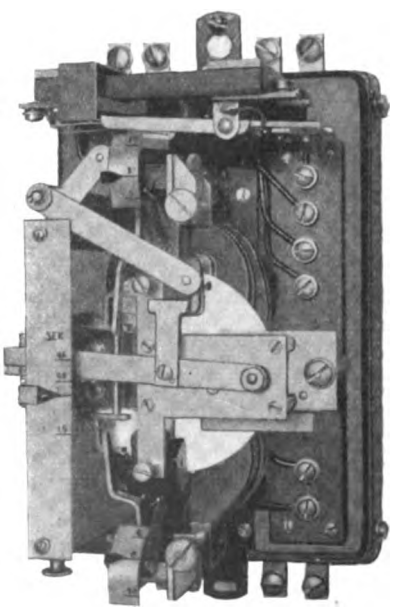


Abb. 2. Zweiphasiges Übertrom-Zeitrelais (ohne Schutzkappe).

Digitized by Google

mit der Scheibe verbindet. Die Drehbewegung der Scheibe wird über das Laufwerk auf den Auslösehebel übertragen, der nach Ablauf der eingestellten Zeit den gewünschten Schaltvorgang auslöst. Geht der Überstrom vor Ablauf der eingestellten Zeit auf den Normalwert zurück, so fällt der Klappanker ab, und das Relais geht selbsttätig in seine Ruhelage zurück. Auf einem ähnlichen Prinzip ist das zweiphasige Relais aufgebaut. Hier wirken zwei Klappankermagnete auf eine gemeinsame Ferraris-Scheibe und betätigen das zugehörige Laufwerk. Die Verwendung eines zweiphasigen Relais bietet den Vorteil, daß die Montageanordnung vereinfacht und der Platzbedarf geringer wird. Abb. 1 zeigt das einphasige, Abb. 2 das zweiphasige Relais.

Ein Nachlaufen ist bei beiden Relais unmöglich. Die maximale Zeitstreuung beträgt ± 0,1 s. Die Zeit ist von 0,5 ··· 1,5 s oder von 0,5 ··· 6 s einstellbar. Die Kontakte werden als Ruhestromkontakte für Wandlerstromauslösung ausgeführt; sie schalten im Kurzschlußfalle Überströme bis zu 250 A ohne Schwierigkeiten ab. Die Rückstellung erfolgt von Hand. Werden die Kontakte für Arbeitstrom ausgeführt, so gehen sie selbsttätig in die Ruhelage zurück.

Neue Hochspannungs-Schaltertypen. — Die Firma Lindner & Co., Jecha-Sondershausen, zeigt auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse eine Anzahl neuer Hochspannungs-Trennschalter. Unter diesen ist zunächst bemerkenswert ein dreipoliger kittloser Trennschalter für Freiluftanlagen, der sich durch seine schwere Ausführung auszeichnet (Abb. 1). Die Schalter lassen sich sehr leicht

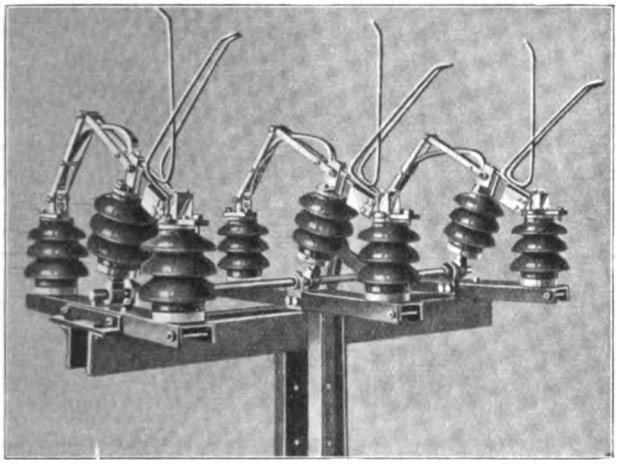
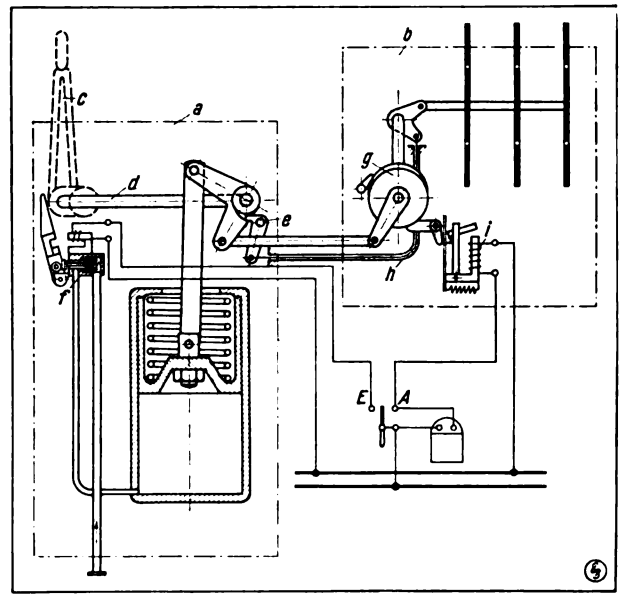


Abb. 1. Kittloser Freiluft-Trennschalter.

betätigen und sind so ausgebildet, daß auch bei völliger Vereisung der Kontaktorgane ein rasches Ausschalten möglich ist. Neuartig ist gleichzeitig eine zweite Ausführung von Masttrennschaltern, welche ein- und dreipolig geliefert werden, bei denen auf die Verwendung von Betätigungsisolatoren verzichtet werden konnte, da das Ein- und Ausschalten durch ein Zahnradgetriebe erfolgt. Das Antriebsystem dieses durch seinen einfachen Aufbau im Preis besonders günstigen Schalters ist aus verzinktem Temperguß hergestellt und gegen Schnee- und Eisablagerungen völlig geschützt. Zum Aufbau dieser Trennschaltertypen fanden die bekannten vielschirmigen kittlosen Freiluft-Stützisolatoren Verwendung. Eine sehr interessante Neuerung, die wegen der mit ihr verbundenen Verbilligung bei Neuanlagen viel Verwendung finden wird, sind die ein- und dreipoligen Durchführungs-Trennschalter, welche für Zellenmontage als Innenraum-, für Transformatorenstationen als Freiluft-Innenraumausführung geliefert werden. Hierbei dient die beweglich angeordnete Durchführung zugleich als Trennmesser. Der Vorteil dieser Neukonstruktion, die sich jederzeit auch als Trenn-Um- oder Trenn-Erdungschalter ausbilden läßt, ist, daß man die Trennstelle sowohl im Innern des Schalthauses als auch außen oder bei Schaltern für Innenraummontage von beiden durch die Trennwand sehen kann. Der wirtschaftliche Vorzug aber liegt darin, daß an Stelle der gegenwärtig für den gleichen Montagefall benötigten drei Durchführungen, der drei Innenraumstützer und des dreipoligen Schalters, zukünftig nur noch ein dreipoliger Durchführungschalter notwendig ist. An dem schwenkbaren Schaltermittelteil ist eine Vorrichtung zum Abdichten des Durchführungs-Trennmessers vorgesehen, so daß Feuchtigkeitseintritt am Befestigungsort nicht möglich ist.

Als Neuerung verdient endlich der Sicherungs-Schubtrennschalter erwähnt zu werden, der gleichfalls ein- und dreipolig ausgeführt wird. Die auf Walzen gelagerte, leicht bewegliche Schubstange ist aus Pertinax hergestellt. Auf ihr sind die Hochspannungsicherungen angeordnet. Dieser Konstruktion sind die gleichen Vorzüge, insbesondere der der Raumersparnis, eigen, die zur Verwendung der Schubtrennschalter im allgemeinen geführt haben.

Der Druckluftantrieb für Schaltgeräte. — Der Druckluftantrieb zeichnet sich gegenüber Schaltmotor-, Federspeicher- und Hubmagnetantrieb durch einfachste Bauart



a	Druckluftantrieb	*e*	Klinke	*i*	Spannungsauslöser
b	Ölschalter	*f*	Steuerventil	*E*	eingeschaltet
c	Handantrieb	*g*	Freilaufkupplung	*A*	ausgeschaltet
d	Antriebswelle	*h*	Bowdenzug		

Abb. 1. Schematische Darstellung eines Druckluftantriebes für eine Antriebsleistung bis 65 kgm.

mit wenigen und unempfindlichen Einzelteilen sowie geringen Platzbedarf aus. Er ist bis zu den größten Antriebsleistungen verwendbar, Fernschaltung der Steuerventile ist mit Gleich- oder Wechselstrom möglich, der Leistungsbedarf der Steuerventile ist gering. Sehr kräftiges, ruhiges Schalten mit einstellbarer Dämpfung am Ende des Schaltweges macht ihn für Trennschalter besonders geeignet. Der mäßige Preis, besonders bei großen Antriebsleistungen, ist ein weiterer Vorteil. Abb. 1 stellt einen Antrieb der Siemens-Schuckertwerke AG. mit einer Antriebsleistung bis 65 kgm dar (bei den Antrieben über 65 kgm ist die Freilaufkupplung nicht am Schalter, sondern im Antrieb untergebracht). Die Luft wird über ein durch Hand oder Magnet betätigtes Steuerventil *f* zugeführt.

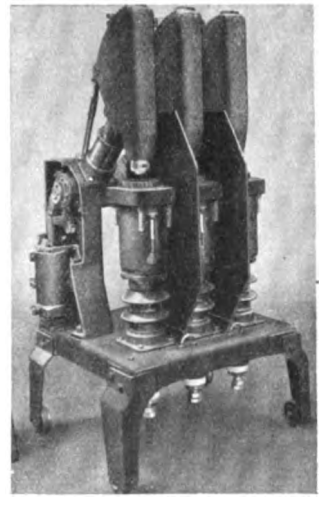


Abb. 2. Expansionsschalter 10 kV, 100 A, mit direkt angebautem Druckluftantrieb.

Das Ausschalten geschieht, wie bei sämtlichen SSW-Antrieben, grundsätzlich nicht durch den Antrieb, sondern durch die zum Schalter selbst gehörigen Ausschaltfedern und ist daher völlig unabhängig vom Antrieb oder Antriebsmittel. Der Ausschaltvorgang wird

Digitized by Google

entweder mittels Hand durch Abziehen der Klinke an der Freiauslösung oder mittels Spannungsauslösers, ebenfalls auf diese Klinke wirkend, eingeleitet. Für sehr häufig betätigte Schalter ergeben sich infolge der hohen Materialbeanspruchung bei den bisher üblichen Antriebsarten an den Klinken und Schaltschlössern ziemliche Schwierigkeiten. Hier hat man im Druckluftantrieb in Form eines doppeltwirkenden Luftkolbens eine sehr einfache Lösung für das Ein- und Ausschalten.

Auf Grund der in den bisher gebauten Hochspannungs-Schaltanlagen gesammelten günstigen Erfahrungen haben die SSW für Trenn- und Leistungschalter Antriebe geschaffen, bei denen der eigentliche Antriebskolben unmittelbar an den anzutreibenden Schalter angebaut wird. Das Steuerventil als der empfindliche Teil wird getrennt davon, u. zw. außerhalb des Spannungsbereiches, jederzeit bequem zugänglich, angeordnet. Die Kolben sind aus nichtrostendem Material und werden durch Kolbenringe gegen den Zylinder gedichtet. Zur Schmierung wird ein auch bei großer Kälte erprobtes Spezialfett verwendet. Abb. 2 zeigt als Beispiel einen Expansionsschalter mit direkt angebautem Druckluftkolben. Er kann mit seinem Antrieb im Werk zusammen geprüft werden, und die teure zeitraubende Montage des Antriebes und der Gestänge an Ort und Stelle fällt weg. Eine Vergrößerung der Zellenabmessungen ist bei den direkt angebauten Antrieben nicht nötig. Die getrennte Anordnung der Steuerventile weist für die Ausbildung der Zellenvorderseiten und Bedienungsgänge ganz neue Wege.

Die Voraussetzung für die Verwendung von Druckluftantrieben ist das stete und sichere Vorhandensein von Luft mit richtigem Betriebsdruck. Die SSW haben besonders dichte Druckluft-Ausrüstungen und Rohrverbindungen geschaffen, so daß die Kompressorleistungen immer mehr verkleinert werden konnten; z. B. hat das Kraftwerk West, Berlin, mit etwa 180 angeschlossenen Antrieben eine Kompressor-Antriebsleistung von nur 3 kW.

Sc.

Selbsttätige Schaltgeräte. — Auf ihrem Messestand Nr. 30 im Hause der Elektrotechnik zeigt die Firma Metzenauer & Jung, Wuppertal-Elberfeld, eine Reihe von Neuentwicklungen auf dem Gebiet der selbsttätigen Schaltgeräte. Die bekannten Fanalapparate für Druckknopf-Fernsteuerung und vollselbsttätige Antriebe werden für kleine Leistungen nicht nur wie bisher in Gußkapselung, sondern neuerdings auch in isoliertgekapselter Ausführung geliefert unter der Bezeichnung „Iso-Fanal". Infolge ihrer kleinen Abmessungen und des niedrigen Gewichtes eignen sich diese Apparate ganz besonders für den Export und haben auch im ganzen europäischen Ausland bereits großen Anklang gefunden. Die auf dem Messestand aufgestellte gußgekapselte Schaltbatterie zeigt, wie diese isoliertgekapselten kleinen Schütze und Motorschutzgeräte mit größerem gußgekapseltem Material formenschön zusammengebaut werden können.

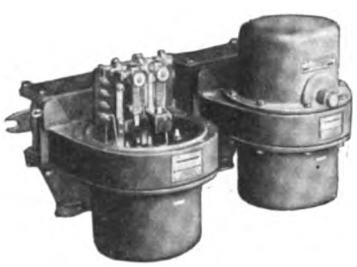


Abb. 1. Druckwasserdicht gekapselte Motorschutzapparate für Fernsteuerung.

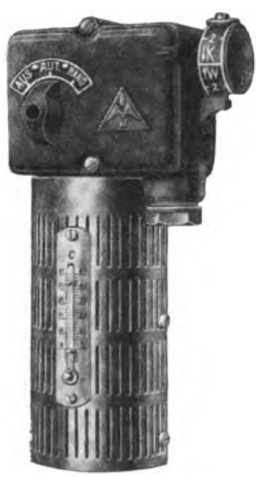


Abb. 2. Raumthermostat mit Max.- und Minimumkontakt.

Als das Neueste zeigt die Firma daneben selbsttätige Schaltgeräte, die gas- und druckwasserdicht gekapselt sind. Z. B. sind die bekannten Motorschutzapparate Fanal (Abb. 1), in ein vollständig gasdicht gekapseltes starkwandiges Gehäuse eingeschlossen, in dem durch eine neuartige Abdichtung des Deckels und Ölkastens ein vollkommen hermetischer Abschluß erreicht wird. Auch der zur Wiedereinschaltung nach einer Störung dienende Druckknopftaster ist vollständig druckdicht eingeführt. Die Apparate können zur Reinigung mit dem Schlauch abgespritzt werden. Die Verwendung dieser Type empfiehlt sich in Molkereien, Färbereien, Wäschereien, chemischen Betrieben, nassen oder explosionsgefährlichen Räumen oder für Montage im Freien. Außer den erwähnten werden hauptsächlich die für chemische Betriebe und Kühlanlagen bestimmten Schaltgeräte in der gasdichtgekapselten Ausführung geliefert, z. B. elektrisch gesteuerte Ventile, Kühlwasserregler, Kühlwasser-Kontrollschalter, Temperaturregler u. dgl. Zum Beweis der druckdichten Kapselung werden verschiedene dieser Apparate unter Wasser im Betrieb vorgeführt, d. h. also unter wesentlich schwereren Bedingungen, als sie praktisch jemals auftreten können.

Eine weitere Neuerung der genannten Firma, die berufen ist, bei selbsttätigen Antrieben eine bedeutende Rolle zu spielen, ist das sog. Differentialschütz, das mit einer Ein- und Ausschaltspule ausgerüstet ist und durch Kontaktapparate mit Maximum- und Minimumkontakt gesteuert wird. Der bemerkenswerte Fortschritt besteht darin, daß infolge einer neuerlichen Schaltung der Steuerstromkreis nach erfolgtem Schaltvorgang durch den kräftigen Hauptkontakt des Differentialschützes selbst abgeschaltet wird. Dadurch werden die empfindlichen Kontaktglieder des Impulsgebers (z. B. Temperaturfühler, Kontaktmanometer usw.) vom Schaltfeuer vollständig entlastet. Abb. 2 zeigt einen Raumthermostat mit Maximum- und Minimumkontakt, der vielfach zur Steuerung solcher Differentialschütze zur Temperaturüberwachung in Kühlräumen, Wohnräumen, Treibhäusern u. dgl. verwendet wird.

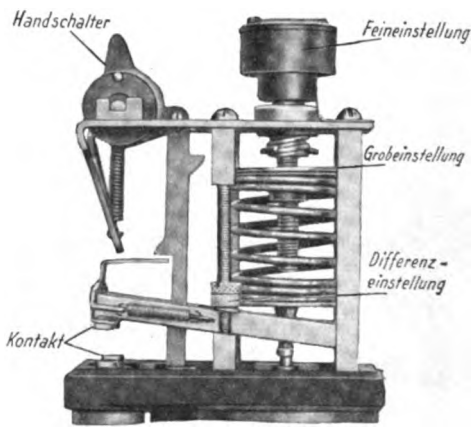


Abb. 3. Schaltmechanismus des Temperaturreglers für Kleinkältemaschinen.

Eine andere Ausführung eines neuen, sehr kleinen und preiswerten Temperaturreglers mit Kapillarrohr für die Steuerung von Kleinkältemaschinen zeigt Abb. 3. Gegenüber allen auf dem Markt befindlichen Thermostaten besitzt dieser eine neuartige Momentschaltung, welche so ausgebildet ist, daß im Gegensatz zu den gewöhnlichen Momentschaltern der Kontaktdruck bis zum Überschaltdruck gleich bleibt, bzw. noch zunimmt. Dies ist bei einem Temperaturschalter von besonderer Bedeutung, da die Temperaturänderung unter Umständen sehr langsam vor sich geht. Bemerkenswert ist auch der eingebaute Handschalter, der es gestattet, in den selbsttätigen Antrieb von Hand einzugreifen und die Maschine auf Dauerbetrieb oder Stillstand zu schalten. Außer diesen Einzelapparaten findet der Besucher des Messestandes eine vollselbsttätig arbeitende Kältemaschine, neuartige Konstruktionen von ferngesteuerten Ventilen für Wasser, Dampf und Kühlsohle, ferner eine vollselbsttätige Steuerung für Ölfeuerungsanlagen.

Neuer Öl-Schubtrennschalter. — Von der „HABEGE" Hochspannungsapparatebau - Ges., Dresden N 23, ist ein Öl-Schubtrennschalter entwickelt worden, welcher es ermöglicht, bis zu einem gewissen Grade Schaltungen unter Last auszuführen. In Verbindung mit Hochleistungsicherungen können dadurch große Ersparnisse an Apparatekosten und umbautem Raum erzielt werden. Der Schalter (Abb. 1) ist ähnlich einem Schubtrennschalter entwickelt, dessen untere Kontakte tief unter Öl liegen. Die keramischen Ölgefäße sind gegen Verschmutzung oben abgedeckt. Durch eine sinnreiche An-

Digitized by Google

ordnung ist die „Aus"-Stellung deutlich zu erkennen. Die Schaltmesser befinden sich hierbei außerhalb der Ölgefäße, so daß eine vorschriftsmäßige Trennung erreicht wird. Der

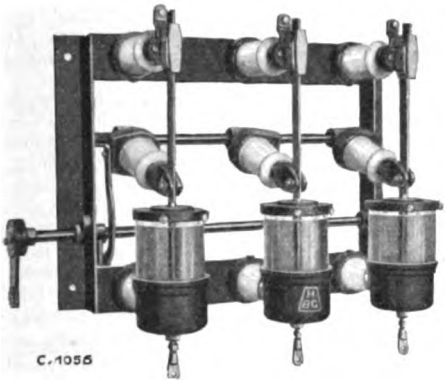


Abb. 1. Öl-Schubtrennschalter.

Ölstand kann jederzeit, auch während des Betriebes, gefahrlos überprüft werden.

Berührungsichere Gleitwiderstände. — Die Firma Robert Abrahamsohn G. m. b. H., Berlin-Steglitz, hat den Berührungschutz ihrer Gleitwiderstände wesentlich verbessert. Durch eine neue und eigenartige Formgebung des Schiebers ist es ermöglicht worden, die Breite des Schlitzes von 12 mm auf 4 mm zu verringern (vgl. Abb. 1),

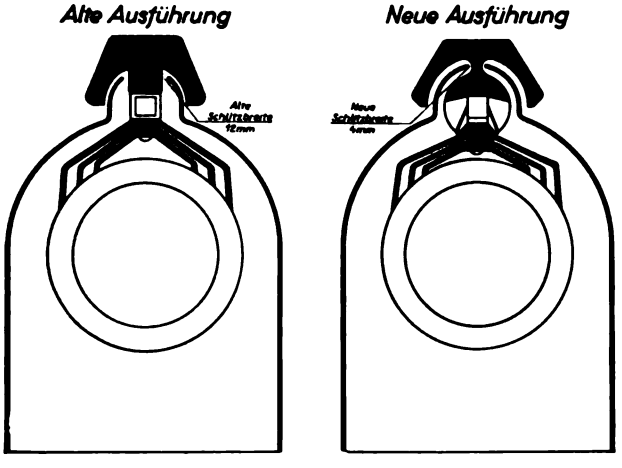


Abb. 1. Gleitwiderstände.

Bei einer Breite von nur 4 mm ist ein Berühren der spannungführenden Gleitschiene mit den Fingern ausgeschlossen, und da die Schiene ziemlich tief unter dem offenen Schlitz liegt, ist die Möglichkeit der Berührung durch Werkzeuge oder dgl. sehr gering. Ebenso ist der Berührungschutz der Drehwiderstände dadurch verbessert worden, daß das Handrad nebst Zeiger aus Bakelit statt wie bisher üblich aus Gußeisen hergestellt wird.

Quittungschalter mit Meldelampe. — Ein dem bekannten Steuerquittungschalter ähnliches Gerät ist der in Abb. 1 gezeigte Quittungschalter mit eingebauter Signal-

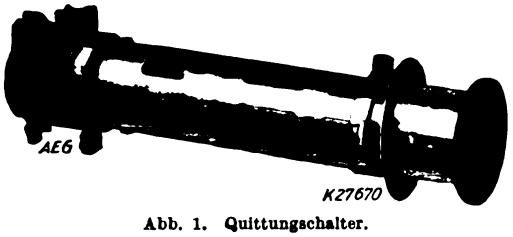


Abb. 1. Quittungschalter.

lampe, hergestellt von der A E G, Berlin. Er dient hauptsächlich zum Melden der Schaltstellung handbetätigter Trennschalter. Durch den vorn sichtbaren Drehgriff mit Meldefahne wird der rückwärts angebaute Paketschalter betätigt, der zugleich mit einem vom Trennschalter bewegten Hilfskontakt den Signallampen-Stromkreis steuert.

Meßgeräte.

Neuer Erdungsmesser. — Von Siemens & Halske sind zwei neue Typen von Erdungsmessern herausgebracht worden, die auch auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933 aufgestellt werden. Der neue Typ (Abb. 1), im wesentlichen für Messungen an Starkstromerdungen bestimmt, unterscheidet sich äußerlich nur wenig von dem bisher gebauten Siemens-Erdungsmesser. Das bewährte Meßprinzip, Kompensationsverfahren in Behrend-Schaltung, ist beibehalten worden. An die Stelle des dynamometrischen Anzeigegerätes ist jetzt aber ein hochempfindliches Drehspulgerät (1 µA/Skalenteil bei ± 30 Skalenteilen) mit mechanischem Gleichrichter, unter entsprechender Umänderung der Schaltung, getreten. Bei gleichen Meßbereichen weist damit der neue Erdungsmesser gegenüber der bisherigen Ausführung vor allem eine um das Fünffache höhere Meßempfindlichkeit auf. Im höchsten Meßbereich kann beispielsweise bei Sonden- und Hilfserder-Widerständen von je 30 000 Ω noch mit einer Genauigkeit von 2,5 % gemessen werden.

Abb. 1. Siemens-Erdungsmesser Ausführung 1933.

Das Drehspul-Nullinstrument liegt über einen Isolierwandler, der fremde Gleichströme fernhält, und den synchronerregten Schwingkontakt-Gleichrichter im Sondenkreis (Abb. 2). Die Meßspannung wird mittels eines Kurbelinduktors erzeugt. Dieser hat jetzt einen Trommelanker erhalten, so daß er leichter sowie gleichmäßiger läuft und eine gute Spannungskurve gibt. Der Sondenstrom wird über den Kontakt des sehr genau und prellungsfrei arbeitenden Gleichrichters geführt, während die Erregerspule unmittelbar an den Klemmen des Induktors liegt. Da der Gleichrichter auch in weiten Grenzen spannungsunabhängig ist, wird die Genauigkeit der Anzeige nicht durch die Drehgeschwindigkeit des Induktors beeinflußt.

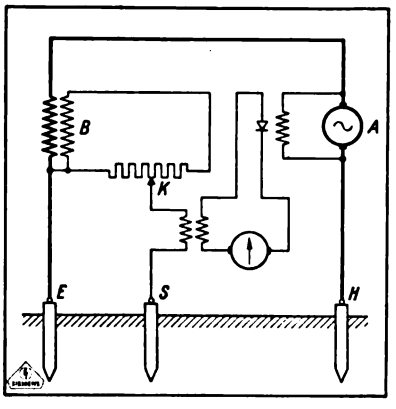


Abb. 2. Stromlauf des Erdungsmessers.

Eine zweite, vereinfachte Ausführung des Erdungsmessers ist für Messungen an Schwachstromerden (Blitzableitererden usw.) bestimmt. Als Stromquelle wird hier ein von zwei gewöhnlichen Taschenlampenbatterien gespeister Summer verwendet. Als Nullinstrument dient ein Telephon (Kopfhörer). Die Meßbereiche dieses kleinen Erdungsmessers umfassen alle bei derartigen Messungen bzw. Prüfungen praktisch vorkommenden Ohmwerte. *K.*

Neues Verfahren zur eindeutigen Ermittlung des Höchstverbrauchs. — Zur Registrierung des Höchstverbrauchs von elektrischer Leistung (viertel- oder halbstündlich) haben die Aronwerke, Berlin, einen neuartigen Druckapparat entwickelt, der die Belastungswerte nach jeder Registrierperiode auf einem mit Zeitaufdruck versehenen ablaufenden Papierstreifen gut sichtbar zum Abdruck bringt. Dadurch werden die unangenehmen Differenzen vermieden, die infolge schwieriger Auswertung der Strichhöhe bisher entstehen konnten.

Digitized by Google

Abb. 1 zeigt den Drucker mit dem ablaufenden Papierstreifen und außerdem den aus dem Zählerbau bekannten Höchstverbrauchzeiger zur Ablesung der aufgetretenen Höchstbelastung in Kilowatt. Es muß also zur Kontrolle der von diesem Höchstverbrauchzeiger angezeigte Wert mit dem höchsten auf dem Papierstreifen

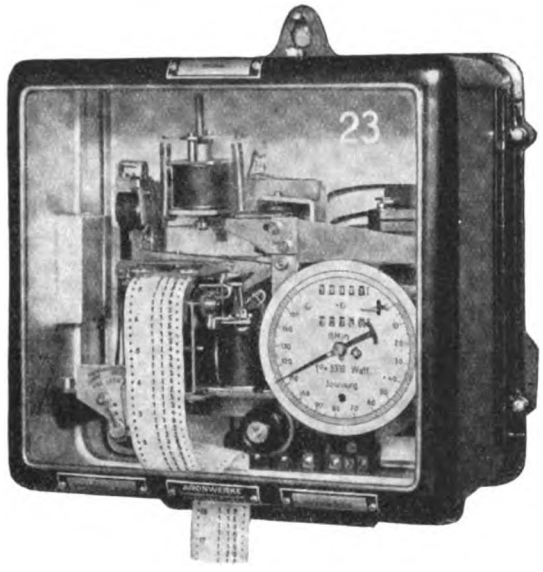


Abb. 1. „Maximum-Drucker" zur Registrierung der mittleren Belastung über ¼ h mit Zählwerk und Höchstverbrauchzeiger.

aufgedruckten Belastungswert immer übereinstimmen. Ein Zählwerk gestattet außerdem noch die Kilowattstunden abzulesen. Der neue Drucker kann an einen oder beliebig viele Gleichstrom-, Wechselstrom- oder Drehstromzähler angeschlossen werden und registriert dementsprechend den Einzel- oder Summenwert. Der Meßimpuls wird durch eine besonders einfache und leicht einzubauende Kontaktanordnung vom Zähler gegeben. Die Zähler sind auch mit der Kontaktvorrichtung beglaubigungsfähig. Zur Kontrolle muß das Zählwerk am Zähler immer mit dem des Druckers übereinstimmen. Die Meßgenauigkeit bei Verwendung des neuen Druckers erhöht sich gegenüber den bisher im allgemeinen verwendeten schreibenden oder lochenden Maximumzählern um etwa das Zehnfache, da 1 mm Papierbreite der früher angewandten 100 mm breiten Registrierstreifen 1 % der Nennlast bedeutete, während beim Maximumdrucker diese 1 % infolge der dreistelligen Druckziffer noch durch 10 Ziffern unterteilt zum Abdruck gelangen. Den früheren 100 mm Schreibbreite entsprechen also jetzt 999 Ziffern.

Aus Abb. 2 ist die Arbeitsweise des Maximumdruckers leicht zu erkennen. Man sieht den ablaufenden Druckstreifen, der links die Zeit und rechts die jeweilige mittlere Belastung mittels Farbband aufgedruckt erhalten hat. Sämtliche Vorgänge beim Drucken, also auch die Nullstellung der Zahlenrollen, spielen sich vollselbsttätig ab. Dies wird dadurch erreicht, daß die normale Schaltuhr für die ¼stündliche Registrierung nur das Ferrariswerk der Schaltwalze in Betrieb zu setzen hat. Die Schaltwalze macht dann selbsttätig einen Umlauf und arbeitet folgendermaßen:

1. Auslösung des Arretierbügels auf Papier, Farbband und Zahlenrollen,
2. Entkupplung der arretierten Zahlenrollen vom Klinkwerksantrieb und Aufspeicherung der inzwischen ankommenden Impulse,
3. Druck der Zahlen durch einfache Erregung des Druckstempel-Elektromagneten,
4. Hochheben des Arretierbügels und Papierfortschaltung,
5. Nullstellung der Zahlenrollen durch 2 räumlich getrennte Elektromagnete, die die kleine Eisenfahne in den Zahlenrollen so anziehen, daß immer einwandfreie Nullstellung erfolgt,
7. Wiederankupplung der Zahlenrollen an das Klinkwerk.

Nach Verlauf von ¼ h wiederholt sich dieser Druckvorgang, der sich immer in etwa 7 s abspielt. — Der neue Maximumdrucker kann mit jedem Zähler auch nachträglich verbunden werden und stellt damit ein wertvolles Ergänzungsgerät für die genaue Verrechnung elektrischer Energie dar. W. Stern.

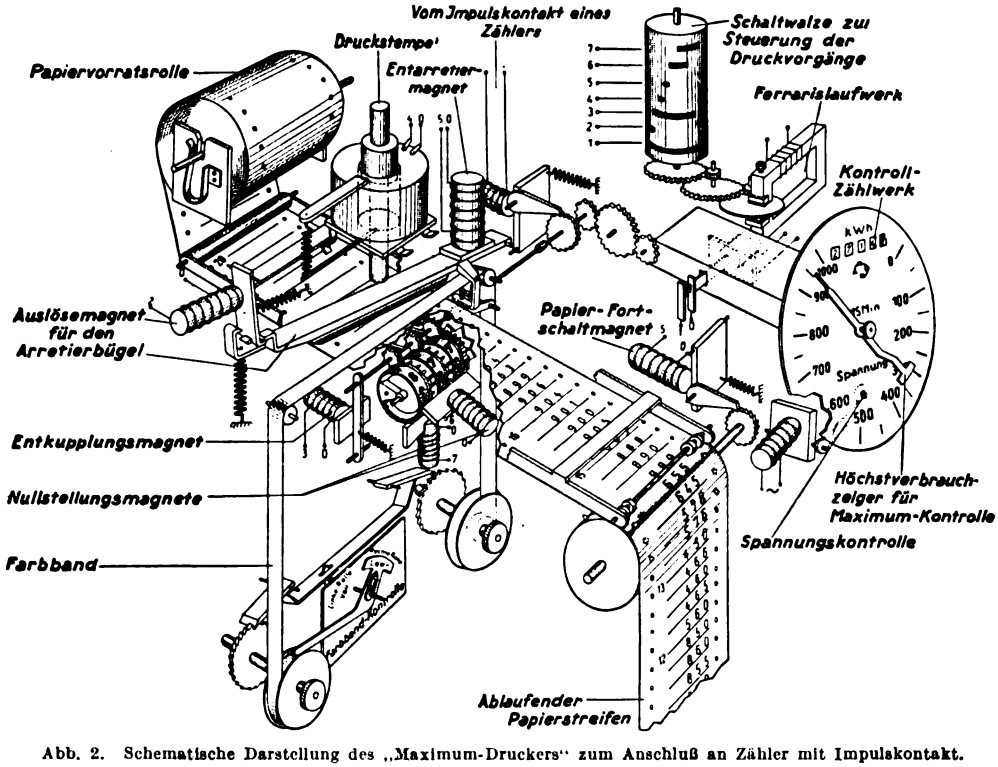


Abb. 2. Schematische Darstellung des „Maximum-Druckers" zum Anschluß an Zähler mit Impulskontakt.

Einheits-Dekadenwiderstand. — Von der Norma Instrumenten-Fabrik, Bonwitt & Co., Wien, wurde ein neuer Einheits-Dekadenwiderstand entwickelt, dessen äußere Form in Abb. 1 dargestellt ist und dessen würfelförmiges Metallgehäuse die Größe 100 · 100 · 82 mm besitzt. Nach Verdrehung zweier einfacher Vorreiber kann die Deckplatte, die den Staub- und Lichtschutz bildet, abgenommen, dann der Skalenknopf von der Achse glatt abgezogen und damit

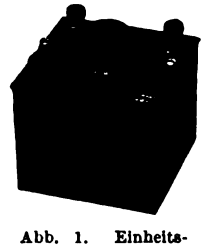


Abb. 1. Einheits-Dekadenwiderstand.

die Kontaktbahn zum Zwecke der Wartung freigelegt werden. Die einzelnen Stufenwiderstände sind aus Manganin hergestellt und auf Porzellanspulen gewickelt, die auf einem gemeinsamen Teller sitzen. Die Abgleichung des Ohmschen Widerstandes erfolgt mit einer Genauigkeit von weniger als 0,1 %. Die Widerstände für Gleichstrom werden mit einem Kurzschlußkontakt und 10 Stufen ausgeführt, die für Gleich- und Wechselstrom (technische und Tonfrequenz) erhalten 11 Stufen, eine induktions- und kapa-

Digitized by Google

zitätsarme Wicklung und eine vollständige Abschirmung, die an einer besonderen Klemme herausgeführt ist.

Für den Aufbau von Thomsonbrücken, Kompensationsapparaten u. dgl. werden Doppel-Einheits-Dekadenwiderstände hergestellt. Sie bestehen aus zwei voneinander elektrisch vollständig getrennten Kurbelwiderständen, die gemeinsam verstellt werden können und in einem gemeinsamen Gehäuse derselben Größe wie die Einfach-Dekade untergebracht sind. Neben den Kurbeldekaden mit Widerständen gleicher Größe, also 10 (bzw. 11) · 0,1, 1, 10, 100, 1000 oder 10 000 Ω, werden zur Ergänzung von Brückenschaltungen regelbare Verzweigungswiderstände ausgeführt, die das Verhältnis zweier Brückenzweige 1/1000, 1/100, 1/10 usw. und Stufenwiderstände, die die Werte 0,1, 1, 10 Ω usw. einzustellen gestatten.

Der Siemens-Kompensograph. — Ein von Siemens & Halske gebautes neues Schreibgerät, der Kompensograph (Abb. 1), dient zum Aufzeichnen von Temperaturen und anderen Meßwerten. Es zeichnet sich durch eine hohe Meßgenauigkeit aus und nimmt die Aufzeichnung in einem geschlossenen Linienzuge vor. Zur Aufzeichnung von Temperaturen, wofür der Kompensograph hauptsächlich benutzt wird, können Widerstandsthermometer, thermoelektrische Pyrometer oder Ardometer angeschlossen werden. Das Gerät ist überall dort am Platze, wo Temperaturen mit höchster Genauigkeit gemessen werden sollen, wie es z. B. bei der Überwachung von Glüh-, Härte- und Trockenöfen oder der Dampfeintritts-Temperatur von Turbinen nötig ist.

Die Messung wird nach dem Kompensationsprinzip durchgeführt. Das Meßwerk dient lediglich als Nullinstrument und braucht nicht etwa den Reibungswiderstand der Schreibfeder zu überwinden, denn die Schreibfeder wird von besonderen durch Motor getriebenen Lauf-

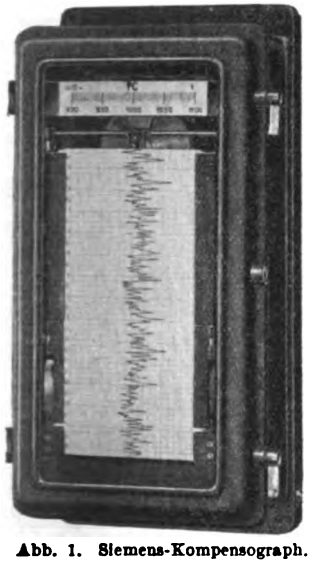


Abb. 1. Siemens-Kompensograph.

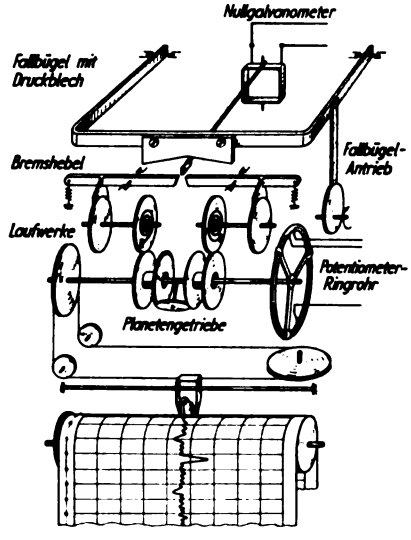


Abb. 2. Prinzipdarstellung.

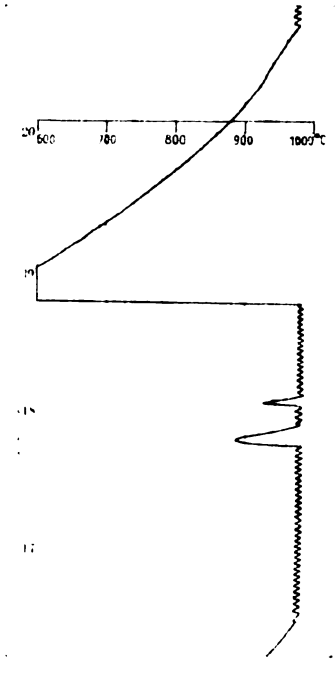


Abb. 3. Betriebsdiagramm.

werken eingestellt. Die Arbeitsweise des Kompensographen ist folgende (Abb. 2): Der Zeiger des Nullgalvanometers wird in regelmäßigen Abständen durch einen Fallbügel mit schrägem Druckblech niedergedrückt. Betätigt wird er von einem Synchronmotor, der über ein Übersetzungsgetriebe gleichzeitig das Papier bewegt. Bei Abweichung von der Nullage wird der Zeiger gegen einen der beiden Bremshebel gedrückt, über denen er sich bewegt, u. zw. hält dieses Niederdrücken um so länger an, je weiter sich der Zeiger aus der Nullage entfernt hat. Durch das Niederdrücken der Bremshebel werden Laufwerke für die Rechts- oder Linksdrehung des als Kompensationswiderstand dienenden Ringrohrs für eine entsprechende Zeit freigegeben. Mit dem Ringrohr ist ein Schlitten gekuppelt, der die Schreibfeder und einen Zeiger trägt. Die beiden Laufwerke werden durch einen kleinen Synchronmotor aufgezogen. Der Kompensograph kann auch verstellbare Grenzkontakte in Form von Quecksilber-Kippschaltern als einfache Zusatzeinrichtung erhalten. Man verwendet ihn dann gleichzeitig zur selbsttätigen Regelung. — Abb. 3 zeigt das Betriebsdiagramm eines elektrisch geheizten Glühofens, dessen Temperatur (Bereich 600 ··· 1000 ° C) vom Kompensograph in Verbindung mit einem thermoelektrischen Pyrometer gleichzeitig geregelt und aufgezeichnet wurde. *K.*

Beleuchtung.

Handleuchte aus Isolierstoff. — Eine Lampe, die außen keinerlei Metallteile hat und daher bei Berührung mit stromführenden Teilen keinen Stromübergang auf ihren Träger herbeiführen kann, bringt die Firma Gebrüder Adt Aktiengesellschaft, Ensheim (Saargebiet), unter der Bezeichnung „Accu-Leuchter" auf den Markt. Das Glas des Accu-Leuchters ist an Stelle der bisher üblichen metallenen Schutzkörbe durch eine Haube aus Adtscher Isoliermasse geschützt. Diese Isolierhaube wird mit Körper und Griff des Handleuchters durch Gewinde verbunden. Da Körper und Griff aus dem Isolierstoff „Australit" gefertigt sind, hat der Accu-Leuchter auf seiner gesamten Außenfläche keine Metallteile. Durch die sinnreiche Konstruktion der innen weißemaillierten Schutzhaube entsteht gleichzeitig ein ausgezeichneter Reflektor. Auf die innere Ausrüstung ist größte Sorgfalt verwendet. Die eingebauten Isolierstoff-Fassungen (Edison oder Swan) entsprechen den neuesten Vorschriften. Für die einfach anzuschließende Zuleitung ist eine Zugentlastungschelle vorhanden. Ein im Griff vorgesehener Gummikonus verhindert in Verbindung mit der elastischen Aufhängung des Schutzglases das Eindringen von Feuchtigkeit in das Innere.

Abb. 1. Handleuchte.

Federnde Fassungen — ein wirksamer Glühlampenschutz. — In vielen Fällen hat die vorzeitige Zerstörung von Glühlampen eine ganz natürliche Ursache in mechanischen Resonanzschwingungen, die das Leuchtsystem der Glühlampe schnell zerstören; Schwingungen der Leuchtenbefestigungstelle, die durch irgendwelche äußeren Einwirkungen, z. B. in Gang befindliche Transmissionen, Maschinen, vorbeifahrende Züge, verursacht werden, teilen sich der Leuchte mit. Hängen die Leuchten aber an Kranfahrbahnen oder ähnlichen Stellen mit starken Erschütterungen, dann ist es die harte und plötzliche Beanspruchung, welche die Glühlampe schadhaft werden läßt.

Zur Beseitigung dieses Übelstandes ist nach eingehenden Versuchen von der Firma Hellux A.-G., Hannover,

Digitized by Google

eine wirklich brauchbare Schutzvorrichtung in Form einer Fassungsabfederung geschaffen worden (Abb. 1). Sie kann nicht nur in Ausführung für die Hellux-Spezialfassungen geliefert werden, sondern als Spiral-Federnippel (Abb. 2) auch für alle übrigen im Handel erhältlichen Edison-, Goliath- und Swanfassungen, bei denen dieser sich

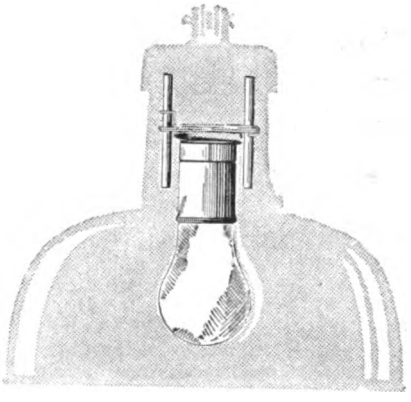


Abb. 1. Glühlampe mit federnder Fassung.

Abb. 2.

auch nachträglich zwischen Fassung und Rohr einschrauben läßt. Der Spezialnippel zieht sich durch die Spiralabfederung auf dem Rohrgewinde derart fest, daß er ohne Werkzeug überhaupt nicht wieder lösbar ist. Durch den rechteckigen Querschnitt der Spiralfederung ist die Stabilität des Nippels so groß, daß sich die Glühlampen genau wie bei starr verschraubter Fassung eindrehen bzw. herausnehmen lassen.

Neue Glühlampen. — 1. Doppelglühdraht-Lampe[1]. Mit nur einem Glühdraht ausgerüstete Lampen haben den grundsätzlichen Nachteil, daß sie erlöschen, sobald dieser eine Glühdraht bricht. Es gibt Brennstellen, wo das plötzliche Durchbrennen einer Lampe verhängnisvoll werden kann, z. B. in Scheinwerfern, an ärztlichen Instrumenten, in Bergwerken usw. Nun sind zwar Glühlampen für Zweileiternetze mit zwei halbkreisförmigen Glühdrähten bekannt geworden, doch leuchten diese Lampen „einseitig", sobald nur noch ein Abschnitt glüht; außerdem muß ihr Lampenkolben unverhältnismäßig groß sein.

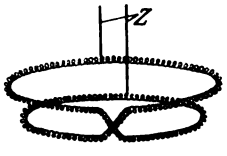


Abb. 1. Doppel-Glühdraht-Anordnung.

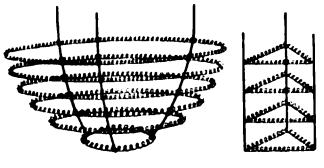


Abb. 2. Glühdrahtgestell für Mehrphasenlampen.

Beide Nachteile werden durch eine neuartige Glühdrahtanordnung nach Abb. 1 ausgeschaltet[2]. Die beiden Stromzuführungsdrähte *Z* greifen so an den Glühdraht an, daß bei Ausfall eines Abschnittes der weiterleuchtende immer noch einen vollen Kreis bildet, die Lichtverteilung also gleichmäßig bleibt. Glühlampen dieser Art können mit jedem der gebräuchlichen Lampensockel ausgerüstet und wie gewöhnliche Glühlampen in die vorhandenen Lampenfassungen eingesetzt werden.

2. Mehrphasen-Glühlampe für große Einheiten[3]. Weite Gebiete der Beleuchtungstechnik, die noch vor wenigen Jahren der Bogenlampe vorbehalten schienen, werden heute von der Glühlampe beherrscht. Nun haften aber diesen Lampen einige Nachteile an, welche sich um so stärker bemerkbar machen, je größer die Lampeneinheiten werden, denn um so störender wird das durch Drahtbruch notwendig werdende Auswechseln empfunden und um so kostspieliger der Ersatz. Sehr große Einheiten können außerdem Netzunsymmetrien in Drehstromnetzen hervorrufen, die oft nur durch kostspielige Leistungsführungen zu vermeiden sind.

Nun sind bereits Drehstrom-Glühlampen mit je einem Glühdrahtabschnitt für jede Phase bekannt geworden, die anfangs dreiphasig leuchten, nach der Zerstörung des ersten Abschnittes zweiphasig und nach dem Ausfall des zweiten einphasig. Die Gefahr des plötzlichen Erlöschens ist bei diesen Lampen also gering, hingegen tritt, sobald auch nur ein Glühdrahtabschnitt ausfällt, die unerwünschte Unsymmetrie der Netzbelastung ohne jeden Übergang und in voller Höhe wieder auf. Durch die Eigenart des Glühdrahtsystems einer neuen Mehrphasen-Glühlampe wird nun auch dieser Nachteil ausgeschaltet[1]. Das Glühdrahtsystem besteht vorteilhaft aus mehreren in sich geschlossenen Glühdrähten, an die eine der Phasenzahl entsprechende Anzahl von Zuführungsdrähten so angreifen, daß auf jede einzelne Phase eine Mehrzahl von Glühdrahtabschnitten entfällt. Abb. 2 zeigt Beispiele solcher Systeme und läßt gleichzeitig erkennen, daß die neue Mehrphasen-Glühlampe sehr leicht den verschiedensten beleuchtungstechnischen Erfordernissen in ihrer Form angepaßt werden kann. Da es sich um Mehrphasen-Glühlampen handelt, müssen sowohl ihre Sockel als auch die zugehörigen Fassungen der Phasenzahl entsprechend ausgestaltet sein. Sockel und Fassungen für Drehstrom sind bereits bekannt (Gewinde-, Bajonett- oder Steckerverbindung). Diese Sonderfassung bedeutet keinen Nachteil, da große Lampen bisher schon ohnehin eine Sonderausführung (Goliathsockel) verlangten.

Heizung.

Ein Weichen-Auftaugerät. — Die Siemens-Schuckertwerke AG. haben ein Gerät entwickelt, mit dem die Eiskruste, die sich bei Straßen- und Hauptbahnen unterhalb der Weichenzunge gebildet hat, durch einen heißen Luftstrahl aufgetaut wird. Die Reichsbahn hat dieses Gerät bereits an verschiedenen Stellen mit gutem Erfolge verwendet. — Der in Abb. 1 erkennbare zylin-

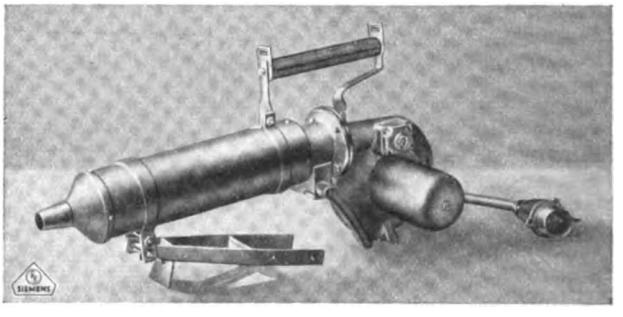


Abb. 1 Weichen-Auftaugerät.

drische Vorderteil enthält Heizwiderstände und hat vorn eine Düse, durch welche der Heißluftstrahl austritt. Im hinteren Teil des Gerätes befindet sich ein kleiner Lüfter, der von einem Motor angetrieben wird. Letzterer ist durch eine Blechkapsel abgedichtet. Die mit großer Geschwindigkeit austretende heiße Luft wird mit einer Temperatur von 200 ··· 300 ° C auf die Weichenzunge bzw. auf die Eiskruste geblasen. Hierdurch wird eine völlig vereiste Weiche in wenigen Minuten aufgetaut. Der Motor ist für Gleich- oder Wechselstrom zu verwenden und verbraucht 3 kW. Das Gerät wiegt 13 kg. *Sc.*

Der neue Spar-Vollherd. — Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat durch den Zusammenbau von drei bereits bewährten und bekannten Geräten eine neue Kocheinrichtung geschaffen, die vor allem in wirtschaftlicher Hinsicht ganz neue Möglichkeiten für das elektrische Kochen birgt. Ein Spar-Tischherd mit selbsttätiger Temperaturregelung und einer Nennaufnahme von 1200 W wurde mit einem Tischherd (bei normaler Lieferung 2600 W Nennaufnahme) fest zusammengebaut (Abb. 1). Hierdurch wird ermöglicht, daß während des Kochens unter der Haube auf dem Sparherd gleichzeitig Zusatz- und Pfannengerichte auf der offenen Kochplatte hergestellt werden können. Zum Braten und Backen dient der im unteren Teil des Herdes angeordnete Bratofen; dazwischen ist eine Nische vorgesehen, die als Abstellraum dient und bei Betrieb des Bratofens zum

[1] DRP. 561 541 und DRGM. 1 218 039.
[2] Erfinder: Dipl.-Ing. L. Brinkmann, Lorca, Finca Casas Nuevas (Spanien); Dipl.-Ing. W. A. Becker, Berlin-Halensee, Cicerostraße 49 a.
[3] DRP 570 873.

[1] S. Fußnote 2, 1. Spalte.

Digitized by Google

Anwärmen von Geschirr verwendet werden kann. Ein Vorteil beim Verkauf der Herde wird sein, daß die Sparküche in zwei Teilen geliefert werden kann. Zuerst der Oberteil, die Sparküche, später der Unterbau mit dem Bratofen.

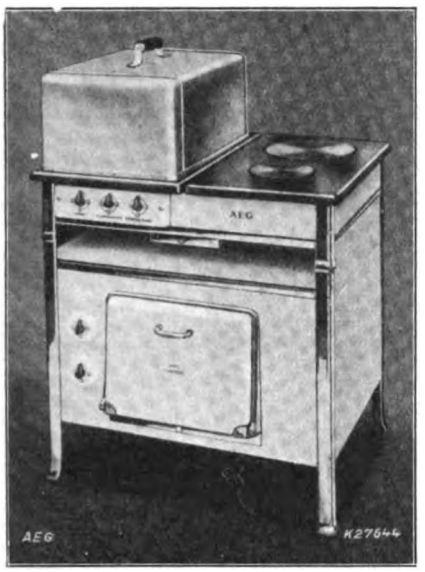


Abb. 1. Spar-Vollherd.

daß man den Bandventilator nach Wunsch auch auf ein Konsol oder auf einen Schrank stellen kann. Wegen seines breiten Luftstromes ist das neue Gerät ganz besonders zum Eisfreihalten der Schaufenster im Winter geeignet.

Eine heizbare Waschmaschine. — Der in Abb. 1 dargestellte Protos-Kraftwascher der Siemens-Schuckertwerke AG. ist eine Trommelwaschmaschine, in der die Wäsche hintereinander eingeweicht, gewaschen, gekocht und gespült wird. Nachdem die Wäsche lose in die waagerecht liegende zylindrische Waschtrommel gelegt und diese mit Lauge gefüllt ist, dreht ein kleiner Elektromotor die Trommel abwechselnd einige Male langsam rechts und links herum. Die Umschaltung

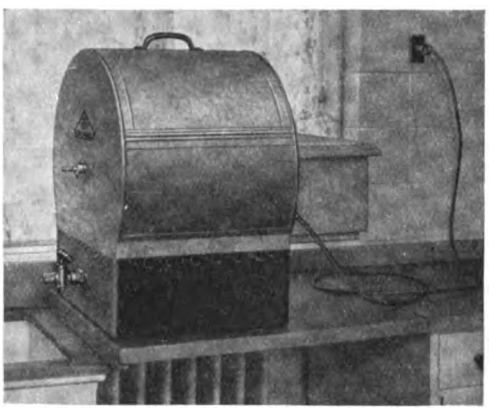


Abb. 1. Protos-Kraftwascher

geschieht selbsttätig elektrisch mit Hilfe eines durch ein Schneckengetriebe betätigten Walzenschalters. Dabei heben drei glatte Holzleisten die Wäsche hoch, die nach etwa einer halben Umdrehung in die lebhaft bewegte Waschlauge aufgelockert zurückfällt. Die Spüleinrichtung des Protos-Kraftwaschers ist ganz neuartig: Durch eine Spritzdüse wird das Spülwasser mit kräftigem Strahl durch die Hohlwelle in die umlaufende Trommel und mitten in die frischgewaschene Wäsche gespritzt. Die schmutzige Waschlauge läuft inzwischen aus dem geöffneten Ablaufhahn ab, bis jede Spur von Schmutz und Seife entfernt ist und das Spülwasser klar abfließt. Die Heizung kann sowohl elektrisch als auch auf dem vorhandenen Kohle- oder Gasherd vor sich gehen. Auf Wunsch wird auch eine Sonderheizung für Gas oder für Kohle, Briketts, Holz und Torf oder für Elektrizität geliefert. Zum Antrieb des Protos-Kraftwaschers dient ein für Gleich- und Wechselstrom geeigneter Universalmotor, dessen Nennaufnahme nur 220 W beträgt. Der Elektromotor und alle anderen elektrischen Teile sind in einer besonderen elektrisch ventilierten Kammer spritzwassersicher angeordnet und streng getrennt von der auf der Gegenseite der Maschine vorgesehenen Wasser-Zu- und -Abführung.

Sc.

Hausgeräte.

Der Bandventilator. — Der Bandventilator der A E G unterscheidet sich in seinem ganzen Aufbau grundsätzlich von den bisherigen Ventilatorbauarten. Er verwendet an Stelle von Messingflügeln Seidenripsbänder, von denen drei Stück schlaufenförmig am Umfang eines Zylinders aus Preßstoff befestigt sind (Abb. 1). Die Anordnung ist so getroffen, daß die Enden der Schlaufen in Schlitze eingelassen sind, die schräg zur Achse stehen. Wird der Zylinder durch einen Universalmotor in Umdrehung versetzt, so richten sich die Bänder infolge der Zentrifugalkraft auf. Die Schlaufen stoßen den Luftstrom infolge ihrer Schrägstellung kräftig nach vorn.

Abb. 1. Bandventilator.

Die Verwendung von Seidenbändern an Stelle von Messingflügeln hat zwei Vorteile. Zunächst sind die Bänder vollkommen ungefährlich. Man kann selbst bei voller Geschwindigkeit in die sausenden Bänder fassen, ohne sich die geringste Verletzung zuzuziehen. Infolgedessen kann auch der Schutzkorb fortfallen, was gleichzeitig die Annehmlichkeit birgt, daß sich keine Gegenstände mehr zwischen den Flügeln und dem Korb aufwickeln können. Ein anderer Vorteil ist, daß der Luftstrom wesentlich milder und breiter wird, so daß man sich seiner Wirkung unmittelbar ohne unbehagliches Gefühl aussetzen kann. Durch den breiten Luftstromkegel ist auch eine Oszilliervorrichtung entbehrlich. Der Stromverbrauch des Motors beträgt etwa 32 W.

Gleichzeitig mit dem technischen Fortschritt ist die äußere Form gänzlich geändert worden. Der ganze Aufbau ist einfacher, glatter und gefälliger geworden. Als Baustoff wurde ein Preßstoff verwendet. Der Ventilator wird in mehreren nicht ausbleichenden Farben geliefert, so daß dem persönlichen Geschmack weite Spielräume gelassen werden. Unten im Fuß ist der Regelwiderstand mit dem kräftigen Schalter untergebracht. Der Ständer kann um 20 ° nach oben und 15 ° nach unten geneigt werden, so

Neue Wege in der Herstellung von Höhensonnen. — Die Quarzlampen-G. m. b. H., Hanau, verläßt ganz das von ihr seit 25 Jahren allgemein eingeführte Prinzip des Küchschen Quarzbrenners, dessen Polgefäße größere Mengen Quecksilber enthalten, das beim Zünden durch Kippbewegung zum Ueberlaufen gebracht werden mußte. Das neue sog. Jubiläums-Modell der „Künstlichen Höhensonne" arbeitet mit Quarzbrennern ganz neuen Typs nach dem Prinzip der aktivierten Metallelektroden. Die Wechselstrombrenner sind hierbei nur zweipolig, die Quecksilbermenge ganz gering. Das Zünden erfolgt durch Schalterdrehung wie bei einer Glühlampe. Die Ultraviolett-Intensität konnte im Verhältnis zum Energieverbrauch ganz erheblich gesteigert werden, außerdem ist noch ein verchromter Verstärkungsreflektor als weitere Verbesserung vorgesehen, der bei Intensiveinstellung die Ultraviolett-Wirksamkeit auf das Dreifache steigert. Bedeutungsvoll ist noch der Fortschritt, daß die volle Lichtstärke schon nach 2 min Brennzeit erreicht wird, und daß die Abnahme der Ultraviolett-Intensität bei fortschreitendem Altern wesentlich geringer ist als bisher. Infolge des sehr geringen Quecksilberinhaltes darf der Brenner auch während des Betriebes beliebig mit dem Gehäuse nach allen Richtungen geschwenkt und geneigt werden.

Digitized by Google

Installation.

Erzeugnisse der Firma Christian Geyer G. m. b. H. — Die Geyer-Elektroherdanschluß-Sicherungstafel ist in gemeinsamer Arbeit mit einigen Elektrizitäts-Lieferfirmen entstanden. Sie wird außer in Eisenblech, bevorzugt in Preßstoffgehäuse Type *S*, braun oder weiß gefordert. Die Tafel (Abb. 1) enthält die Herd- und Steckdosensicherungen ein- oder mehrpolig, ferner 1 bis 2 Schuko-Steckdosen und eine kräftige Schelle zur Zugentlastung des Spiralschlauchs der Herdzuleitung. — An weiteren Neuheiten bringt die Firma Christian Geyer, G. m. b. H., Nürnberg, Kabel-Hausanschluß-Sicherungen und Kabelübergangskasten in S-Preßstoffgehäusen, ferner dreipolig gesicherte Motorschaltkasten mit Walzschaltern, ebenfalls in Isolierstoffkapselung. Schutztransformatoren und tragbare Handlampen-Transformatoren ergänzen die Reihe neuer Erzeugnisse.

Abb. 1. Herdanschlußtafel.

Neues Installationsmaterial. — Die Firma Wester, Ebbinghaus & Co., Hanau a. M. („Weco"-Material), zeigt auf der Messe u. a. folgende Neuheiten: Die Anreihklemmen (Abb. 1) sind auf Isoliersockel (Preßstoff Type S) als Einfach- oder Doppelklemmen in beliebiger Zahl aneinandergereihte Mantel- oder Mantelkeilklemmen. Die sich so ergebenden Leisten mit Klemmen für 1 ··· 1,5 mm² finden vorwiegend für Schwachstromzwecke Anwendung. Die Leisten mit Klemmen größerer Querschnitte auf Porzellansockel sind für Kabelverteiler, Endverschlüsse u. dgl. gedacht. — Die Doppelschlitzklemme D.S. (Abb. 2) ist besonders niedrig und kann doch eine große Anzahl von Drähten festklemmen. Sie wird mit 2 ··· 4 parallel laufenden Schlitzen ausgeführt und auf Porzellansockel zur Einzelbefestigung geliefert. — Spritzwasserdichte Rohrdraht-Abzweigdosen nach Abb. 3 ermöglichen die von manchen Werken bisher nicht zugelassene Verlegung von Rohrdrähten in halbfeuchten Räumen. Der Sockel der Dose besteht aus Steatit, der Oberteil (Deckel) mit den Einführungsstellen aus Isolierpreßstoff. Die Dose besitzt U-Form und eine besonders vorteilhafte Abdichtung; sie enthält eine 5. Klemme, Nullklemme. Zur Abdichtung wird auf den Rand des Sockels, der an den Einführungstellen Vertiefungen aufweist, eine weiche Gummieinlage eingesetzt und über die Einführungsleitungen Gummitüllen geschoben.

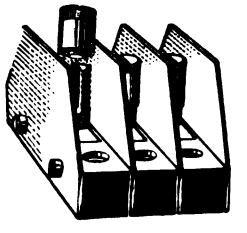


Abb. 1. Anreihklemme.

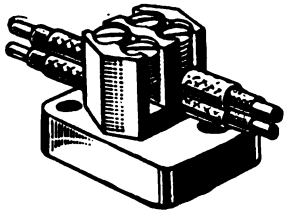


Abb. 2. Doppelschlitzklemme.

Abb. 3. Spritzwasserdichte Rohrdraht-Abzweigdose.

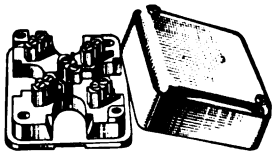


Abb. 4. Abzweigdose für Heizgeräteleitungen.

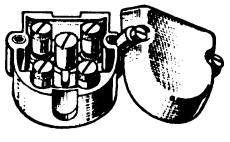


Abb. 5. Plombierbare Rohr- und Rohrdrahtdose.

Eine Abzweigdose für Heizgeräteleitungen zeigt Abb. 4; sie soll bequeme Abzweige und Anschlüsse an Leitungen für Herde u. dgl. gestatten. Die 4 Doppelschlitzklemmen können bis zu 4 Drähten von 6 mm² aufnehmen. Bequeme Nullung, Plombierung und gegebenenfalls Kabelentlastungschelle sowie Einführungsabdichtung sind vorgesehen. Als letzte Neuheit zeigt die Firma Abzweigscheiben und -dosen aus Porzellan oder Preßstoff mit Mantel- oder Mantelkeilklemmen, bei denen die Oberteile (Schraubkappen) unverlierbar angebracht sind. Ferner sei noch auf die plombierbaren Rohr- und Rohrdrahtdosen nach Abb. 5 verwiesen.

Neue Kabel-Hausanschlußkästen. — Die vor kurzem herausgebrachten gußeisernen Hausanschlußkästen der Firma Krone & Co., Berlin-Baumschulenweg, weisen verschiedene geschützte Neuerungen auf. Die von den Seiten zur Mitte bogenförmig nach oben verlaufenden Dichtungsflächen des längsgeteilten Gehäuses ergeben eine einwandfreie Abdichtung des Kastens. Durch eine gußeiserne Trennwand zwischen Sicherungs- und Klemmenraum sowie Einzeldurchführungen aus hochwertigem Isolierpreßstoff wird ohne Vergießen des Klemmenraumes eine wasserdichte Trennung beider Räume erzielt. Die Vergießarbeit wird damit lediglich auf den Kabelendverschluß beschränkt. Kondenswasser aus dem Stahlpanzer- bzw. Isolierrohr wird nach außen abgeleitet. Für kabelähnliche Installationsleitungen ist ein besonderes Modell mit wasserdichter Stopfbuchsen-Durchführung geschaffen worden (Abb. 1). Die neuartigen Konusklemmen machen die Verwendung von Kabelschuhen oder die Lötung von Leiterenden überflüssig und verhindern das Lockern der Klemmschrauben. Die Neuerungen ergeben erhöhte Betriebsicherheit sowie Vereinfachung und Verkürzung der Montage.

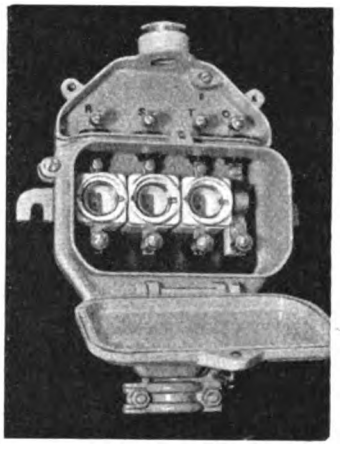


Abb. 1. Hausanschlußkasten.

Ein neuer Drehschalter. — Die Firma Dr. Deisting & Co. G. m. b. H., Kierspe (Westf.), hat unter Auswertung der bisherigen Erfahrungen einen neuen Drehschalter für Rechts- und Linksschaltung konstruiert. Das Schaltrad des „Deisting-Doppel-Exzenter-Schalters" ist aus keramischem Material hergestellt, und um dessen Zerspringen mit Sicherheit vorzubeugen, wird es durch die Vorspannfeder mit Hilfe eines Zwischenbügels puffernd aufgefangen (DRP. angem.). Das Schaltgeräusch ist infolge des puffernden Anschlages sehr klein. Zur Vermeidung von Schaltfeuer und zur Erzielung großer Schaltleistung ist das keramische Schalträdchen tiefer in den Sockel versenkt. Der 6 A-Schalter hat 25 A bei 275 V Gleichstrom bei Prüfungen abgeschaltet. Der Schaltmechanismus und die Achse sind von den stromführenden Teilen durch sehr lange Winkel-Kriechstrecken getrennt, so daß ein Überschlag zur Achse auch nach längerer Benutzungsdauer nicht erfolgen kann. Um Beschädigungen der Anschlußleitungen durch den Druck kleiner Spitzenschrauben zu vermeiden, sind große Kopfkontaktschrauben vorgesehen. Die Leitungen werden geradlinig nur an einer Seite unter den Schraubenkopf gelegt, so daß am Schraubenkopf einseitiger Druck entsteht, der im Zusammenhang mit dem langen Gewinde in der Büchse als Schraubensicherung wirkt. Ein Lockern der Federn ist auch bei starken Erschütterungen der Schalter unmöglich. Durch Ausrüsten der Vorspannfeder mit einer Lastverteilungs-Blattfeder (DRP.) wird Federbruch wirksam verhindert.

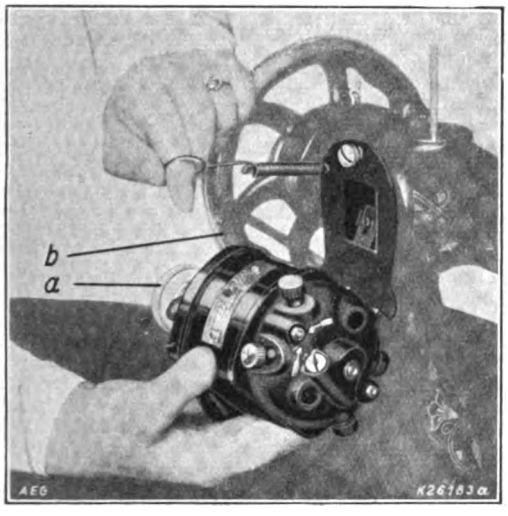
Alle beanspruchten Teile sind gehärtet und alle Stahlteile mit bestem Rostschutz versehen. Nach 100 000 Stellungswechseln war auch mit der Lupe ein Verschleiß nicht festzustellen. Isolierstahlabdeckung in stoßfester, formschöner, hochglänzender Ausführung sorgt für ein gefälliges Aussehen. Der Schalter wird in einfacher Ausführung für Siedlungsbauten und in Luxusausführung für Villen usw. hergestellt. Er ist als Einheitschalter durchgebildet, so daß der Einsatz sowohl für Auf- und Unterputz als auch für rauhe Betriebe und feuchte Räume Verwendung findet.

Elektrische Antriebe.

Motoren für Haushalt-Nähmaschinen. — Im allgemeinen verwendete man bisher zum elektrischen Antrieb von Nähmaschinen Motoren der Regelbauart mit mittleren

Digitized by Google

Drehzahlen; diese sind, wenn man die Raumverhältnisse an einer Haushalt-Nähmaschine in Betracht zieht, ziemlich groß, so daß sie beim Nähen bisweilen stören. Ein zweiter Übelstand war bisher die Befestigung des Motors an der Nähmaschine, die meist durch eine Tisch-Schraubklemme bewerkstelligt wurde. Beide Mängel beseitigen die neuen Haushalt-Nähmaschinenmotoren der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. In den kleinen, weitentwickelten Universalmotoren hoher Drehzahl, die sowohl an Wechsel- als auch an Gleichstrom arbeiten und außerdem sehr gut regelfähig sind, sind die richtigen Antriebsmotoren für Nähmaschinen zu erblicken, denn sie sind vor allem verhältnismäßig klein. Es galt nun, für diese Motoren zweckmäßige Befestigungsarten an der Nähmaschine zu finden. Dies führte zu zwei elektrisch gleichen, in der Anbringungsart aber verschiedenen Motoren.



a u. *b* Reibräder zwischen Motor und Nähmaschine.

Abb. 1. Nähmaschinen-Motor.

Bei weitaus den meisten Haushalt-Nähmaschinen befindet sich am Tragarm eine schwenkbare Schmierklappe aus Blech; diese wird durch ein entsprechend geformtes Anschlußblech ersetzt, in das der Motor in einfachster Weise eingehängt wird (Abb. 1); der Motor treibt durch ein Reibrad mit Gummikranz auf das Handrad der Nähmaschine. Fehlt das Schmierblech am Tragarm, dann kommt die zweite Bauart des Motors mit eigenem Tragarm in Betracht; dieser wird an der Nähmaschine angeschraubt und treibt die Maschine durch eine Lederschnur an. Beide Motoren laufen mit 4500 U/min, u. zw. sehr geräuscharm; ihre Abgabeleistung von 30 W genügt, um sogar ältere, schwerlaufende Nähmaschinen anzutreiben. Ihr Stromverbrauch kommt dem einer Wohnzimmerlampe etwa gleich. Der Anschluß erfolgt wie üblich durch Steckerschnur an eine Wanddose der Lichtleitung. Die Motoren werden durch feinstufige Regelanlasser geregelt, die entweder durch ein Knie oder einen Fuß betätigt und am Nähmaschinenfuß angebracht werden.

Geräuschlos arbeitende Aufzugsapparate. — In Hotels- Kranken- und Privathäusern wurden bei Aufzugsanlagen schon immer die Geräusche, die durch das harte Schlagen der Umkehrschützen-Selbstanlasser, der Bremslüft- und Riegelmagnete entstehen, als unangenehm und störend empfunden. Die schlagfreien Umkehrschützen-Selbstanlasser und Drehstrom-Öl-Bremslüftmagnete der Firma „Rheostat" Specialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden N 23, arbeiten vollkommen geräuschlos.

Bei den Spezialschützen (Abb. 1) erfolgt die Dämpfung des Schlages durch eine einstellbare Flüssigkeitspumpe, die mit Öl gefüllt ist und den beweglichen Schützteil beim Einschalten stark in seiner Endbewegung hemmt. Das schnelle Abschalten des Schützes, das nahezu lautlos erfolgt, wird durch die Dämpfungspumpe nicht behindert. Die Stufenschützen zum Überbrücken der Anlaßwiderstände sind so ausgebildet, daß die einzelnen Kontakte nacheinander in Abständen von rd. 2 s die Gegenkontakte berühren. Auf einfache Weise wird hierdurch mit wenig Schützen ein vielstufiges, stoßfreies Anlassen erreicht. — Bei dem schlagfreien Drehstrom-Öl-Bremslüftmagnet ist das ganze Magnetsystem in ein starkwandiges Gußgehäuse eingebaut, wodurch das als leises Brummen bekannte Wechselstromgeräusch unterdrückt wird. Durch eine doppelt wirkende, von außen für jede Richtung getrennt einstellbare Dämpfungspumpe werden auch die Schlaggeräusche verhindert. Zwei Kurbeln, auf jeder Seite eine, übertragen über eine Welle die Kraftwirkung des Magneten nach außen. Die Kurbeln, welche gemeinsam oder auch einzeln benutzt werden können, besitzen 8 Bohrungen, wodurch der Hub des Bremsgestänges in weiten Grenzen eingestellt werden kann. Ohne Veränderung kann der Magnet sowohl für stoßende als auch für ziehende Kraftwirkung verwendet werden.

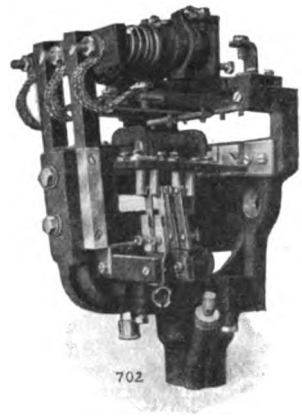


Abb. 1. Geräuschlos arbeitendes Schütz.

Die Rasiermaschine. — Die zur Leipziger Messe von der Siemens-Schuckertwerke AG. auf den Markt gebrachte Rasiermaschine ähnelt dem gebräuchlichen Handrasierapparat, nur ist der Handgriff dicker, da er den kleinen Antriebsmotor[1] enthält (Abb. 1). Das freie Ende der Achse dieses Motors ist als Dreikant ausgebildet und greift in die Öffnung eines Schiebers, auf dem die handelsübliche Rasierklinge festgeklemmt ist. Bei der Umdrehung des Motors wird nun dieser Schieber mit der Klinge in einer Führung 100mal in der Sekunde hin- und herbewegt. Die Zuleitungschnur wird durch einen Stecker mit einer gewöhnlichen Taschenlampenbatterie verbunden. Der Motor läuft mit 2000 ··· 3000 U/min und braucht 150 ··· 200 mA bei einer Spannung von 4,5 ··· 6 V, demnach etwa 1 W. Er ist 70 mm lang und hat einen Durchmesser von 20 mm.

Sc.

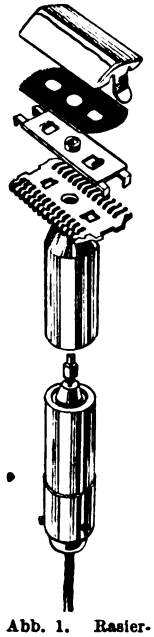


Abb. 1. Rasiermaschine „Sirama".

Neuerungen an Elektro-Kühlmittelpumpen für Werkzeugmaschinen. — Das Kühlmittel für Werkzeugmaschinen ist oft mit harten schleifenden Teilen durchsetzt, die zu Zerstörungen Anlaß geben. Die Konstruktionen der AEG-Zentrifugal-Kühlmittelpumpen vermeiden dies. Die Antriebsmotoren sind reichlich bemessen. Die Kühlmittelpumpen werden mit Saugwirkung und ohne Saugwirkung zum Eintauchen als Tauchpumpen geliefert. Die Saugpumpen haben über dem Flügelrad einen kleinen Saugbehälter. Das Saugrohr mündet über dem Flüssigkeitspiegel dieses Behälters. In gleichem Maße, wie durch die Förderung der Pumpe die Flüssigkeit im Saugbehälter sinkt, entsteht ein Vakuum, das die Flüssigkeit nachsaugt. Abb. 1 zeigt die kleinste Pumpe, Bauart DSKP 015, für eine Normalleistung von 25 l/min bei 2 m Druck- und 0,6 m normaler Saughöhe. Die größte Druckhöhe beträgt 5 m. Für den Anschluß der Druckleitung ist ein Kreuzstück vorgesehen, welches oben die Füllöffnung für die Pumpe und den Kühlmittelbehälter hat. Beide werden also gleichzeitig gefüllt, gegebenenfalls nachgefüllt, so daß ein besonderes Füllen der Pumpe sich erübrigt. Der Zusam-

Abb. 1. Zentrifugal-Kühlmittelpumpe.

[1] Vgl. S. 196.

Digitized by Google

menbau von Motor und Pumpe ist außerordentlich einfach (nur 2 Schrauben). Unter der Motorhaube befindet sich ein zweites kleines Motorwellenende, an dem man die richtige Drehrichtung und den freien Lauf der Motor- und Pumpenwelle jederzeit feststellen kann. Der Motor ist am Klemmbrett für Stern- und Dreieckschaltung umschaltbar. Die einfache Konstruktion gewährleistet ein einwandfreies Arbeiten.

Fernmeldetechnik.

Zeitrelais universeller Verwendbarkeit. — Das Zeitrelais der Firma Buttermann & Schmidt, Berlin-Neukölln ist mit einem Uhrwerk ausgerüstet, welches Laufzeiten zuläßt, die zwischen 1 s und 15 min liegen. Da das Werk nicht durch Federkraft, sondern durch das Eigengewicht des Ankerkerns angetrieben wird, sind große Nachteile vermieden worden, welche den meisten Apparaten ähnlicher Art anhaften. Es wird z. B. eine hochohmige Dauerstromspule verwendet mit einem ganz geringen Wattverbrauch, da nur der Kern anzuziehen ist und nicht eine Feder aufgezogen wird. Der nach erfolgter Spulenerregung angezogene Ankerkern geht langsam in seine Ruhestellung zurück und treibt durch sein Eigengewicht das Uhrwerk an. Die Antriebskraft bleibt daher stets dieselbe, d. h. kurz vor Beendigung des Schaltvorganges ist keine Schwächung der Kraft eingetreten, so daß der Schaltvorgang unbedingt sicher beendet werden muß. Ein wesentlicher Vorteil wird dadurch erzielt, daß das Uhrwerk bei dieser Antriebskraft fast keiner Beanspruchung unterliegt, wodurch eine lange Lebensdauer und absolut sichere Funktion gewährleistet sind.

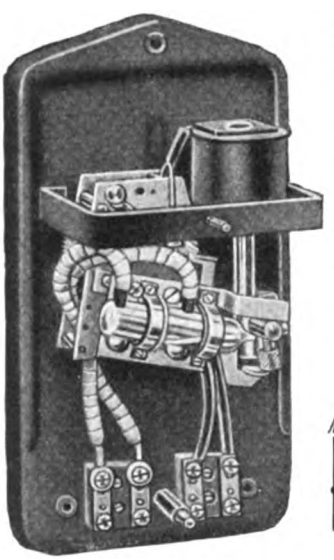


Abb. 1. Zeitrelais.

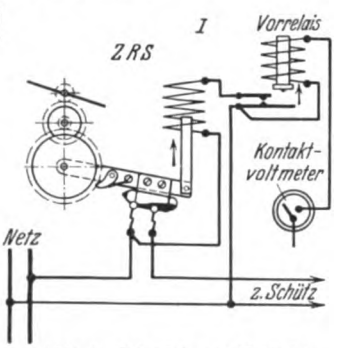


Abb. 2. Zeitrelais mit Kontaktvoltmeter.

Belastungen von 2 ··· 15 A werden direkt vom Zeitrelais gesteuert, gleichviel ob bei Gleich- oder Wechselstrom. Die Anordnung der Kontakte kann auch entgegengesetzt erfolgen, d. h. wenn sich ein oder zwei Kontakte öffnen, können ein oder mehrere Kontakte schließen. Bei dieser Anordnung ist es auch möglich, eine Pause zwischen Ein- und Ausschaltung zu erzielen. Ferner ist es möglich, den Apparat auch mit verzögerter Einschaltzeit zu liefern. Das Relais (Abb. 1) wird als Steuerrelais für Rohrpostbetriebe, für Eisenbahnsignalzwecke, als Spannungsüberwachungsrelais in Kombination mit Kontaktvoltmetern (Abb. 2), als selbsttätiger Kontaktgeber und als Blinker für unbewachte Bahnübergänge verwendet.

Erzeugnisse des Dralowid-Werks. — Das Dralowid-Werk, Berlin-Pankow, zeigt auf der Messe u. a.

Abb. 1. Dralowid-Volumos mit Schalter.

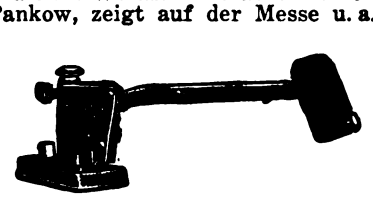


Abb. 2. Dralowid-Tonator DT 4.

ein geradezu lückenloses Fabrikationsprogramm regelbarer Widerstände. Für Laboratoriumszwecke ist diesmal besonders der Dralowid-Rotofil zu erwähnen, für Rundfunkgeräte und -verstärker die Volumos-Typen (Abb. 1), Lautstärkeregler, Tonmischer usw.

Für das Draloston-Selbstaufnahmeverfahren von Schallplatten sieht man neben einer neuartigen Mikrophonausführung (Dralowid-Reporter) die neueste Type der Dralowid-Toniator-Elektrodose (Abb. 2). Die Draloston-Platten zeichnet insbesondere die durch das Weich-Hart-Verfahren erreichte Tongüte und Lebensdauer aus, die der einer normalen Handelsplatte nicht nachsteht.

Für die Konstrukteure der Radiogerätefabriken ist die Sonderschau „Frequentit" von Interesse. Frequentit ist ein keramisches Material, welches in mechanischer wie in elektrischer Beziehung, vor allem aber in bezug auf seine Hochfrequenzeigenschaften neue Wege weist.

Abb. 3. Dralowid-Pantohm-Widerstand.

Schließlich sei noch das umfangreiche Programm in glasierten Widerständen (Pantohm, Abb. 3) erwähnt, die sich durch hohe Belastbarkeit, Zuverlässigkeit und Korrosionsfreiheit auszeichnen.

Monette-Hochohmkordel. — Die Monette-Asbestdraht G. m. b. H., Berlin-Stralau, Alt-Stralau 4, stellt seit rd. 2 Jahren die bekannte „Monette"-Hochohm-Widerstandskordel her (Abb. 1). Diese besteht aus einer Seele von biegsamem Material, auf welcher Widerstandsdraht schraubenförmig aufgewickelt ist. Durch Verwendung von eigens zu diesem Zweck konstruierten Maschinen ist es möglich, den Widerstandsdraht ganz eng aneinander zu legen, so daß bei Verarbeitung sehr feiner Drähte, die bis zu 0,015 mm Dmr. herunter verwendet werden, sehr hohe Widerstandswerte auf denkbar kleinstem Raum erzielt werden können (z. B. auf einer Seele von rd. 2,5 mm Dmr. 2 MΩ/m). Der Widerstand bleibt bei wechselnder Belastung konstant und verträgt auch höhere Belastungen als die sog. drahtlosen Widerstände, denen gegenüber noch der geringere Raumbedarf der „Monette"-Hochohmkordel zu berücksichtigen ist. Diese Vorteile haben viele führende Firmen z. B. der Radiobranche zur Verwendung der „Monette"-Hochohmkordel veranlaßt.

Abb. 1.

Die Firma zeigt auf der Messe[1] außerdem noch ihr langjähriges Fabrikationsprogramm in Asbestleitungen aller Art (für hochtemperierte Räume und Geräte) sowie die für Heizkissen erforderlichen Asbestheizkordeln, die jährlich in Millionen von Metern für In- und Ausland geliefert werden.

Chemie.

Das Bullard-Dunn-Verfahren[2]. — Das Bullard-Dunn-Verfahren ist ein elektrolytischer Reinigungsprozeß für Eisen und Stahl, bei welchem Verunreinigungen (Rost, Zunder, Oxyd usw.) durch Bildung von Wasserstoffgas zwischen Eisen und dem Grundmaterial mechanisch abgesprengt und die freigelegten Stellen sofort mit einer schützenden mikroskopisch dünnen Metallschicht (z. B. Blei oder Zinn) elektrolytisch überzogen werden. Diese haftet fest auf ihrer Unterlage und schützt dieselbe vollständig, so daß Anfressungen und schädliche Wasserstoffaufnahme des Grundmaterials verhindert werden. Eine weitere Wasserstoffentladung erfolgt vielmehr nur noch auf der Schutzschicht und führt dort zu losen, schwammigen Ablagerungen.

Infolge dieser hohen Wasserstoff-Überspannung der Metallschutzschicht konzentrieren sich die Stromlinien auf die noch nicht metallisch reinen Stellen des Werkstückes und ergeben dort bei fortschreitender Reinigung eine mehr und mehr steigende Tiefenstreuung des Elektrolyten, so daß sich der Reinigungsprozeß zwangsläufig bis in alle Vertiefungen und Hohlräume erstreckt.

Das Bullard-Dunn-Verfahren vermeidet so die Nachteile derjenigen Arbeitsmethoden, welche bisher zum Reinigen gehärteter oder durch sonstige Hitzebehandlung mit Verunreinigungen behafteter Werkstücke dienten, und zu welchen beispielsweise Abblasen mit Sandstrahlgebläsen,

[1] Haus der Elektrotechnik, Obergeschoß, Stand 105.
[2] DRP. Nr. 558 022 und Auslandspatente.

Digitized by Google

Schleifen, Kratzen, Feilen usw., Scheuern in Trommeln oder Beizen mittels Schwefelsäure, Salzsäure usw. gehören. Diese Verfahren greifen entweder das Grundmaterial an den gereinigten Stellen an (z. B. durch Ätzen der Oberfläche) oder haben infolge ungleicher und übermäßiger Wasserstoffaufnahme der Oberfläche Beizsprödigkeit und Beizbrüchigkeit, also eine Verminderung der Festigkeitseigenschaften, zur Folge; denn je länger hier die Beizwirkung dauert, desto mehr werden im Gegensatz zum Bullard-Dunn-Verfahren auch die bereits gereinigten Stellen des Grundmaterials angegriffen.

Das Bullard-Dunn-Verfahren hat weiterhin den Vorteil, daß bei einer vollkommenen Reinigung aller Oberflächen die Präzision des Werkstückes erhalten bleibt. Toleranzen werden so erübrigt, eine Kontrolle der gut sichtbar gemachten Materialfehler, z. B. Risse auf Schmiedestücken, Härterisse usw., erleichtert und eine nachträgliche Schleifarbeit verringert, während empfindliche Stellen wie Gewinde, Nuten usw. überhaupt keiner Nacharbeit bedürfen. Außerdem verleiht der Metallüberzug in Verbindung mit einer Tauchung in Öl den gereinigten Stellen bis zur weiteren Verarbeitung einen ausgezeichneten Korrosionsschutz und läßt sich auch leicht abbürsten oder elektrolytisch entfernen. Diese Blei- oder Zinnschicht wirkt in vielen Fällen, z. B. bei Getrieben, Zahnrädern usw., als Schmiermittel und gleichzeitig porenfüllend. Das Verfahren läßt ferner bei im Einsatz gehärteten Teilen die Härtetiefe unverändert. Die von ihm gereinigten Oberflächen eignen sich vorzüglich zu einer nachträglichen Galvanisierung. Die restlose Reinigung verhindert das Auftreten von Zunder und Oxydteilchen im Schmieröl, deren starke Schleifwirkung bekannt ist, erleichtert und verbilligt die Montage von Einzelteilen. Die für das Verfahren verwandten Materialien sind weder giftig noch betäubend und im Preise sehr gering, weshalb es gegenüber den üblichen Beizmethoden durchaus wettbewerbsfähig erscheint. So ergab eine Kalkulation für die Reinigung von Kraftwagengetrieben bei 132 000 gereinigten Einzelteilen im Monat einen Selbstkostenpreis von etwa 0,005 RM je Stück, einschließlich Stromkosten, Materialverbrauch und Lizenzgebühren, ausschließlich Arbeitslohn.

Das Bullard-Dunn-Verfahren wurde von der Bullard Co., Brigdeport, Conn./USA., entwickelt, welche die alleinigen Herstellungsrechte in sämtlichen europäischen Ländern an die Langbein-Pfanhauser-Werke AG., Leipzig, übertragen hat. Seine Billigkeit gestattet die Einführung nicht nur in Großbetrieben, sondern auch bei mittleren und kleineren Firmen. *G. Sn.*

Werkstatt und Baustoffe.

Aufbereitung von Transformatorenöl durch Schleudern unter hohem Vakuum. — Es ist eine ganz natürliche Erscheinung, daß die Durchschlagfestigkeit der Öle im Betriebe abnimmt. Im Isolieröl bilden sich infolge chemischer Veränderungen neue Stoffe, die sog. Alterungstoffe, die größtenteils aus freien und gebundenen Säuren bestehen. Weiter findet eine Zersetzung aller Stoffe statt, die mit dem Öl in Berührung kommen. Am schädlichsten ist für die Isolierung durch Öl das Vorhandensein von Wasser. Verunreinigungen, die zwischen die unter hoher Spannung stehenden Teile gelangen, können zu Überschlägen führen. Mag Wasser in freier Form aus dem Öl ferngehalten werden können, in gebundener Form wird es immer bis zu einem gewissen Sättigungsgrade nach längerer Betriebszeit vorhanden sein, weil das Öl nicht ganz von der Feuchtigkeit enthaltenden Außenluft ferngehalten werden kann. Zum Trocknen und zur Reinigung von allen schädlichen Bestandteilchen benutzt man Separatoren und Filterpressen.

Die Separatoren besitzen den Filterpressen gegenüber manche Vorteile: größere Sauberkeit, Zeit-, Arbeits- und Platzersparnis und Fortfall der Filterpapiere[1]. Auf mechanischem Wege läßt sich mit Wasser gesättigtes Öl nicht entwässern. Jedoch hat man beim Separator die Möglichkeit, das Wasser während des Separierens durch Verdampfen zu entziehen. In dem Separator wird das Öl sehr fein zerstäubt. Setzt man dieses fein zerteilte Öl einem hohen Vakuum bei einer Temperatur von 50 ° C aus, so werden die letzten Spuren von Feuchtigkeit aus dem Öl verschwinden. Bei mehr als 50 ° C läge die Gefahr nahe, daß sich die festen Schmutzteilchen (Kautschuk, Harz u. dgl.) im Öl auflösen, wodurch das Ausschleudern erschwert würde.

Abb. 1 zeigt eine fahrbare Krupp-Ölreinigungsanlage, Abb. 2 den Lauf des Öles während der Reinigung und Trocknung. Das Öl wird durch Zahnradpumpe, der ein Doppelsiebfilter vorgeschaltet ist, dem Separator zugeleitet. Die Trommel trocknet und reinigt das Öl und schleudert es dann in den Fangbehälter einer aufklappbaren Haube, die ebenso wie die Trommel unter Hochvakuum steht. Von dem Sammelbehälter in der Haube

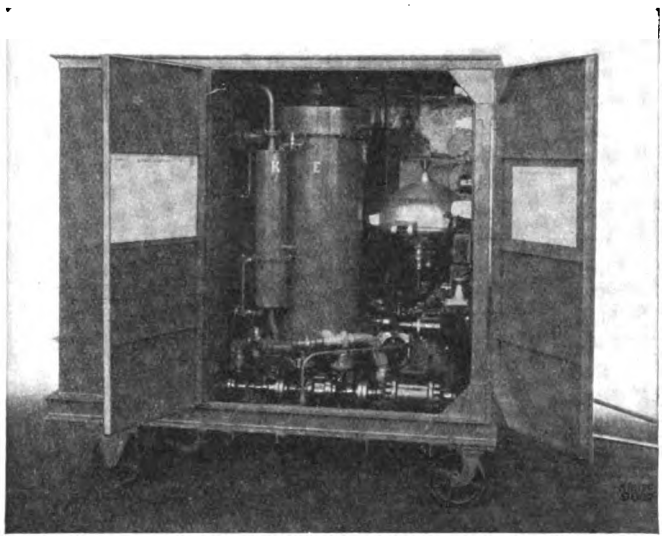
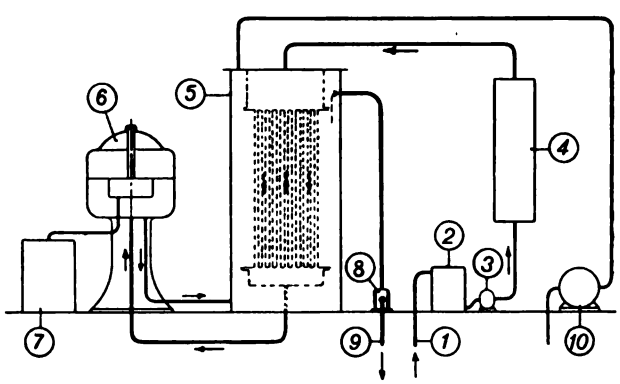


Abb. 1. Fahrbare Krupp-Ölreinigungsanlage. Der Wagen wird auch offen oder mit Dach- und Segeltuchbespannung ausgeführt.

fließt das gereinigte Öl in einen Vakuumkessel, wo die letzten Vakuum- und Dampfbläschen dem Öl entzogen werden. Die Dämpfe, die infolge des hohen Vakuums bei einer Temperatur von 50 ° C im Separator und in den Sammelbehältern entstehen, werden von der Vakuumpumpe abgesaugt.



1 Zufußleitung 4 Vorwärmer 7 Wasserbehälter
2 Doppelsiebfilter 5 Vakuumkessel 8 Zahnradpumpe
3 Zahnradpumpe 6 Separator 9 Abflußleitung

Abb. 2. Schematische Darstellung einer Ölreinigungsanlage.

Beim Schleudern von Transformatorenöl ist vorzugsweise das kontinuierliche Reinigungsverfahren in Anwendung. Hierbei fließt das Öl im Kreislauf unmittelbar der Reinigungsanlage zu und wieder zurück zum Transformator. Man braucht lediglich den Zu- und Abflußschlauch der Anlage, die meistens auf einem Fahrgestell angeordnet ist, an den Transformator anzuschließen, und die Separierung kann beginnen. Wenn man bedenkt, daß die Ölqualität durch die Reinigung ganz neuem Isolieröl nur wenig nachsteht, so sollte bei keinem Transformator eine Ölaufbereitungsanlage fehlen. Die Lebensdauer des Öles wird vervielfacht und die Unterhaltungskosten für die Transformatorenanlage werden ganz wesentlich erniedrigt.

Oxydationsfreie Lötungen. — Vor etwa drei Jahren hat die Firma Küppers Metallwerke G. m. b. H., Bonn T. 8, unter der Bezeichnung „Fluitin" ein verbessertes Kolophoniumzinn zum Patent angemeldet. Die Verbesserung besteht darin, daß es gelungen ist, durch Zusätze die schwache Beizkraft des Kolophoniums auf ein Höchstmaß zu steigern, ohne daß die Gefahr einer Nachoxydation besteht. Die Zusätze sind so gewählt, daß das zugesetzte Beizmittel, welches die Beschleunigung des Löt-

[1] Vgl. Die Ölbewirtschaftung, herausgegeben von der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin 1930.

Digitized by Google

vorganges herbeiführt, sich vollkommen verflüchtigt, ehe der Schmelzpunkt des Lotmetalls erreicht ist. Die Gefahr einer Nachoxydation scheidet dadurch vollkommen aus. Eine weitere Gewähr für die Oxydationsfreiheit der Lötstellen besteht in der feinen Kolophoniumschicht, die bei der Verwendung des Fluitin-Lötdrahtes die Lötstellen genau wie bei normalem Kolophoniumzinn bedeckt und gegen die Einflüsse der atmosphärischen Luft vollkommen schützt.

Bei Anwendung des Fluitin-Lötdrahtes (DRP. angem.) ist die Lötstelle vorher mit dem Kolben oder durch eine andere geeignete Hitzequelle auf Lötwärme zu bringen. Durch ein kurzes Berühren der Lötstelle mit dem Lötdraht erfolgt alsdann die Lötung. Man kann auch den erhitzten Kolben und den Fluitin-Lötdraht gleichzeitig an die Lötstelle bringen, doch muß in diesem Falle zwischen Kolben und Lötdraht ein gewisser Abstand gewahrt bleiben. Kommen der erhitzte Kolben und der Fluitin-Lötdraht zu früh in direkte Berührung, dann verflüchtigt sich das zugesetzte Beizmittel bereits vor Beginn des eigentlichen Lötprozesses, so daß es an der Lötstelle selbst nicht in Wirksamkeit treten kann.

Schraubensicherung mit Messingschutzring. — Der Forderung nach völliger Betriebsicherheit wird eine neuartige Schraubensicherung gerecht, die seit einiger Zeit auf dem in- und ausländischen Markt erschienen ist. Das Prinzip der Schraubensicherung mit Messingschutzring[1] ist „Spannung als Sicherungseffekt".

Ein Federring, d. h. ein flacher, unterbrochener Stahlring mit entgegengesetzt nach außen gebogenen Enden, ist von einem zweiten, geschlossenen Messingring gleicher Höhe umgeben (vgl. Abb. 1). Die nach außen gerichteten Enden des inneren Ringes werden bei der Herstellung einer Verschraubung fast in ihre Ursprungslage (parallel) zurückgedrückt. Die dadurch entstehende Spannung (Federung) stellt in bekannter Weise einen Teil der Sicherungswirkung dar. Zerspringt jedoch der innere Ring (der Federring) infolge eines Materialfehlers, halten der äußere, geschlossene Ring und die eingegrabenen Schneiden des inneren Ringes die Bruchstücke des inneren Ringes immer noch zusammen, und eine Lockerung der Verschraubung kann nicht eintreten. Der äußere Ring hält außerdem Feuchtigkeit vom Gewinde fern und sichert einen nahezu verlustlosen Stromübergang. Letzteres ist für die Anwendung im elektrischen Apparatebau besonders von Bedeutung. *Fth.*

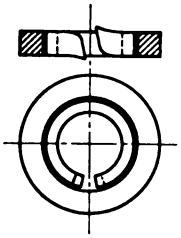
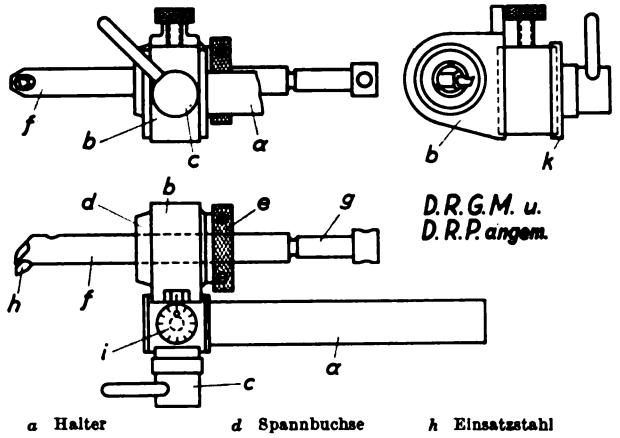


Abb. 1. Schraubensicherung.

Genauigkeits-Bohr- und -Drehstahlhalter. — Der Halter[2] besteht aus einem Schaft, der auf den Drehbank-



a Halter	*d* Spannbuchse	*h* Einsatzstahl
b Halterkopf, verschieblich	*e* Gewindemutter	*i* Stellschraube
c Klemmschraube	*f* Bohrstange	*k* Schlittenführung
	g Spannschraube	

Abb. 1. Bohr- und Drehstahlhalter.

support aufgespannt wird. An seinem vorderen Ende ist ein in einer Führung verstellbarer Kopf angeordnet, der mittels einer mit Teilung versehenen Schraube auf $^1/_{100}$ mm genau in Höhe eingestellt werden kann. Der Kopf trägt eine dreiteilige kegelige Spannbuchse, die die Bohrstange trägt. In die Bohrstangen werden Einsatzstähle aus Schnelldrehstahl, Widia oder Diamanteinsätze mittels einer durchgehenden Druckschraube festgespannt. Für das Anschleifen der Winkel wird ein Dreikanthalter geliefert, der auf den Schleifscheibentisch aufgelegt wird. Das Werkzeug ist besonders für Innendreharbeiten und zum Schneiden von Spitz- und Flachgewinden geeignet. Es gestattet ein schnelles und genaues Einstellen des Drehstahles und ist besonders da am Platze, wo kurz hintereinander verschiedenartige Arbeiten vorzunehmen sind.

Pionierarbeiten in der Preßstoff-Technik. — In weiterer Anpassung an die Bedürfnisse der Praxis ist in neuester Zeit von der H. Römmler AG., Berlin u. Spremberg (Nd.-L.), ein Material entwickelt worden, das in bezug auf Schlagfestigkeit die Kunstharz-Textil-Preßstoffe noch übertrifft und sich außerdem durch eine höhere Wärme- und Glutfestigkeit auszeichnet, die häufig neben der Schlagfestigkeit für den Konstrukteur eine wesentliche Rolle spielen. Es ist dies die Kunstharz-Asbest-Schnellpreßmasse Minotext, die bei der Verpressung einen Werkstoff ergibt, der folgende besondere Merkmale aufweist:

	Minotext	typisierter Mindestwert Hares L
Biegefestigkeit . . . . . kg/cm²	700	600
Schlagbiegefestigkeit . . . . kgcm/cm²	20 ··· 24	12
Wärmebeständigkeit . . . . . Martens	200	125
Oberflächenwiderstand (Vergleichszahl)	3	3
Glutsicherheit (Gütegrad)	4	2

Von ganz besonderer Bedeutung sind die hellfarbigen Kunstharz-Schnellpreßmassen der Firma, die unter dem Namen Resopal in die Industrie Eingang gefunden haben. Es sind dies Preßmassen, die im Gegensatz zu den bisher bekannten und nur in dunklen Farbtönungen herstellbaren Kunstharz-Preßstoffen auf Phenolbasis auf Aminoplastbasis hergestellt werden. Die hellen Farbtönungen (bis zur Transparenz) entsprechen einem seit langem in vielen Industrien bestehenden Bedürfnis. Durch die Entscheidung des Reichsgerichts vom 17. XII. 1932 wurde festgestellt, daß die Resopal-Schnellpreßmasse das Patent 484 972 und dessen Zusatzpatent 490 257 nicht verletzt.

Umfangreiche bei der Firma durchgeführte Versuchsarbeiten haben erkennen lassen, daß sich die Resopal-Schnellpreßmasse auf Aminoplastbasis nicht nur durch erhöhte Licht- und Farbbeständigkeit, sondern auch durch erhöhte chemische Festigkeit und wesentlich erhöhte elektrische Kriechwegsicherheit auszeichnet. Auch auf diejenigen Anwendungsfälle, die von dem Werkstoff ganz besondere elektrische Isolationseigenschaften verlangen, wie z. B. häufig die Fernmeldetechnik, hat die Firma sich durch Herstellung von Sonderschnellpreßmassen eingestellt. Auf Veranlassung des Reichspost-Zentralamtes wurde eine zusätzliche Typisierung geschaffen, die den vorerwähnten Sonderanforderungen entspricht. Die Aufgabe ist durch Schaffung der Sondermasse Hares S 4, Type S 4, auf Phenolharz- und der Masse Resopal Type K 4 auf Aminoplastbasis gelöst worden.

Auf derselben chemischen Basis wie die vorerwähnten hellfarbigen Resopal-Preßmassen stellt die H. Römmler AG. Resopalplatten her, die sich durch Wasserbeständigkeit und mechanische Festigkeit auszeichnen. Die Platten finden Anwendung als Wandplatten für Bau- und Möbelindustrie und, da sie auch durchscheinend hergestellt werden können, für die Beleuchtungsindustrie. Es besteht ferner die Möglichkeit, in solche Platten Ein- und Mehrfarbendrucke einzupressen, wodurch die Platten für die Reklameindustrie geeignet werden. Da die Drucke sich nicht an der Oberfläche der Platten befinden, sind sie vor Witterungseinflüssen geschützt. Ein weiteres Sondergebiet der Firma ist die Herstellung von Kunstharz-Hartleinen- und -Hartpapierplatten und -rohren, Kunstharz-Asbestgewebeplatten sowie Wärmeschutzplatten in Sonderausführung. Die letztgenannten Platten entsprechen einem seit langem vorhandenen Bedürfnis der Preßindustrien, soweit dieselben mit geheizten Pressen arbeiten.

[1] DRP. und Auslandspatente. Hersteller: Wilhelm Hedtmann G. m b. H., Kabel i. W.

[2] Hersteller: E. Marawske, Berlin N 54.

Digitized by Google

NACHRICHTEN VON DER LEIPZIGER FRÜHJARSMESSE 1933.

Dauer der Messe.

Die Leipziger Frühjahrsmesse dieses Jahres beginnt am 5. III. und dauert für die Mustermesse bis zum 11. III., für die Große Technische Messe und Baumesse bis zum 12. III.

Reichstagswahl am ersten Messe-Sonntag. — Das Leipziger Meßamt teilt mit: „Die Leipziger Messe wird am 5. III. zur gewohnten Stunde eröffnet. Vom Reich und von Preußen sind ausgiebige Anordnungen getroffen zur Errichtung besonderer Stimmlokale (nach Art der Stimmabgabe im Reiseverkehr) im Messegelände und in der Innenstadt sowie für Preußen in den etwa 15 km entfernten preußischen Orten, zu denen ein Autobus-Pendelverkehr eingerichtet wird. Jeder Messebesucher kann sein Wahlrecht ungestört ausüben, sofern er sich den erforderlichen Stimmschein vorher besorgt."

Sonderveranstaltungen.

1. Betriebstechnische Tagung mit verschiedenen Vorträgen über Zerspanen und Pressen, am 10. und 11. III. im Vortragsaal des Hauses der Elektrotechnik (Halle 10) Karten (2 RM für einen Tag, 3,50 RM für beide Tage) sind in Halle 9, Stand 100 (Auskunftstelle des VDI) erhältlich.
2. „Wärme als Werkzeug" am 8. III. im Vortragsaal der Halle 19, veranstaltet von der Hauptstelle für Wärmewirtschaft beim VDI und dem Leipziger Messeamt. Vorm. 9½ h: „Wärme im Haushalt". Nachm. 3 h: „Wärme in der Textilwirtschaft". Karten zu 2,50 RM für die ganze Tagung oder 1,50 RM für einen Teil sind in Halle 7 auf dem Stand „Wärme als Werkzeug" erhältlich.
3. VI. Getriebeschau in Halle 7, veranstaltet vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) und vom Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten (VDMA). Von besonderem Interesse dürfte das von der Firma Carl Zeiss, Jena, gezeigte Planetarium sein.
4. Vorträge über Werkstoffe am 9. III. vorm. 10 h im Vortragsaal des „Hauses der Elektrotechnik" (Halle 10).
5. „Durch Packung schützen, dem Kunden nützen." Veranstaltung im Ring-Meßhaus, V. Stock, vom 5. — 11. III.
6. Mechanikerwerkstatt für Reparatur von Fahrrädern, Motorrädern und Autos in Halle 12 des Ausstellungsgeländes.

Auskunftstellen.

Die Verlagsabteilung des VDE stellt ihre Veröffentlichungen, insbesondere die neue 19. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches, auf ihrem eigenen Stand im Vestibül gegenüber dem Eingang aus. Auf diesem Stand liegt auch die ETZ aus, und der von der ETZ-Verlag G. m. b. H. herausgegebene offizielle Führer durch das Haus der Elektrotechnik wird hier kostenlos abgegeben.

Auskunftstelle des VDE.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat im Hause der Elektrotechnik seine Auskunftstelle im Obergeschoß, Stand 88. Die Auskunftstelle wird während der Messe ab Sonntag, 5. III. 1933, geöffnet sein. In der Auskunftstelle werden Auskünfte über Vorschriften und Normen sowie über sonstige Angelegenheiten des VDE und der Prüfstelle des VDE erteilt. Außerdem wird der Messe-Ausschuß des VDE, wie in früheren Jahren, eine Besichtigung der Messe vornehmen, um Verstöße gegen die Verbandsvorschriften auf der Messe festzustellen und die Aussteller hinsichtlich der Vorschriften zu beraten.

Auskunftstelle des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie.

Der Zentralverband hat auch in diesem Jahre im Hause der Elektrotechnik eine Auskunftstelle im Stand 39, in der Auskünfte über Normen, u. zw. insbesondere über DIN VDE-Normen, erteilt werden.

Die Normung auf der Leipziger Messe.

Der Deutsche Normenausschuß, als Zentralstelle der gesamten deutschen Normungsarbeiten, ist auch zur diesjährigen Frühjahrsmesse wieder vertreten. Auf dem Stand 100 in Halle 9 werden sowohl Auskünfte über die Normung erteilt als auch Druckschriften abgegeben und Bestellungen auf Normblätter angenommen. Eine vollständige Normblattsammlung, die zur Zeit etwa 5000 Normblätter umfaßt, liegt zur Ansicht aus.

Über die für bestimmte Fachgebiete vorliegenden Normen wird außerdem noch an anderen Stellen der Technischen Messe Auskunft erteilt, so z. B. für die Textilindustrie und den Textilmaschinenbau in Halle 8, für das Gießereiwesen in Halle 21 und für die Elektrotechnik in Halle 10.

Schutz von Erfindungen, Mustern und Warenzeichen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933.

Das Sächsische Wirtschaftsministerium hat das Leipziger Meßamt ermächtigt, Urkunden über erfolgte Schaustellungen und Erfindungen, Muster und Warenzeichen auf der Mustermesse, auf der Großen Technischen Messe und Baumesse, auf der Textilmesse, Sportartikelmesse, Möbelmesse, Bürobedarfsmesse Jägerhof und auf der Sondermesse Photo, Kino, Optik auszufertigen.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Vierstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen, sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen.

Der Elektrotechnische Verein hat im Rahmen seiner Bestrebungen um die Förderung der Fachwissenschaft ein Tafelwerk über „Vierstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen, sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen" herstellen lassen. Die Tafeln sind von Robert Hawelka, Assistent an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn, berechnet und erläutert sowie von Dr.-Ing. E. h., Dr. techn. E. h. Fritz Emde, o. Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart, herausgegeben. Ihre Benutzung wird die Ausführung numerischer Berechnungen von Wechselstromaufgaben der verschiedensten Art außerordentlich erleichtern. Man kann den Tafeln die Werte für die vier Kreisfunktionen und für die vier Hyperbelfunktionen, sowie für ihre Umkehrungen: die Arcus- und Area-Funktionen unmittelbar entnehmen. Es ist alle erdenkliche Sorgfalt darauf verwendet worden, den Bedürfnissen des praktischen Rechners gerecht zu werden und den Gebrauch der Tafeln so bequem und so sicher wie nur möglich zu gestalten. Zahlreiche instruktive Figuren gewähren Überblick und Anhalt. Eingedruckte Formeln und Hinweise sorgen dafür, daß die Aufmerksamkeit nicht durch theoretische Erwägungen von der Zahlenrechnung abgezogen wird. Besondere mathematische Kenntnisse, etwa der Funktionentheorie, werden nicht vorausgesetzt. Beziehungen, die nicht schon jedem bekannt sind, werden abgeleitet und erklärt. Der Gebrauch der Tafeln wird an vielen Beispielen eingehend erläutert. Die Erläuterungen sind zur Bequemlichkeit der ausländischen Mitglieder außer in deutscher auch noch in englischer und französischer Sprache gegeben. Das Werk umfaßt 109 Seiten großen Oktavformats.

Die Preise für das ausgezeichnete Werk betragen: 7,50 RM (einschl. Porto und Versandkosten) als Vorzugspreis für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sowie bei Sammelbestellungen für Mitglieder anderer deutscher technisch-wissenschaftlicher Vereine und deutscher Hochschulen.

Digitized by Google

9,— RM für sonstige inländische Bezieher.
10,— RM für ausländische Bezieher.

Bestellungen sind an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, zu richten.

Bibliothek.

Die Zeitschriften-Bibliothek, die der Elektrotechnische Verein im Lesesaal des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, unterhält, wird zu recht eifriger Benutzung empfohlen. Der Verein deutscher Ingenieure hat sich in liebenswürdiger Weise damit einverstanden erklärt, daß nicht nur die Mitgliedskarten des EV, sondern auch die Dauer-Gastkarten (Jahreskarten und Halbjahreskarten) zum Eintritt in den Lesesaal des Ingenieurhauses und zur Benutzung aller dort verfügbaren Bücher und Zeitschriften berechtigen, und zwar:

Montag, Dienstag, Donnerstag von 9 bis 19 Uhr,
Mittwoch und Freitag von 9 bis 21 Uhr,
Sonnabend von 9 bis 13 Uhr.

Die Bücher und Zeitschriften dürfen nur in der Bücherei selbst benutzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Die neue 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933 ist soeben erschienen. Sie weist inhaltlich besonders starke Veränderungen auf, da nach zweijähriger Pause nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten gegenüber der letzten Auflage neu oder neubearbeitet bzw. geändert ist. Darüber hinaus ist das VDE-Vorschriftenbuch in seinem Aufbau gegenüber den früheren Auflagen gänzlich umgestaltet worden und hat eine Reihe von Verbesserungen erfahren.

Preise:

Die nochmals herabgesetzten Preise betragen:

Für Nichtmitglieder: statt 20,60 RM (1931), 18,55 RM (1932) nur noch **16,20 RM.**

Für VDE-Mitglieder: statt 18,80 RM (1931), 16,95 RM (1932) nur noch **14,60 RM.**

Umtausch-Angebot:

Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur **13,80 RM.**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. — Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung aufzugeben. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

Ein ausführlicher Prospekt wird kostenlos abgegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 9. III. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 354 (Eing. Obere Georgstraße): Vortrag Dir. Ziehl, Berlin, „Geräuschlose Motoren".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg. 8. III. 1933, abds. 7½ h, Haus der Technik in Essen: 1. Dir. H. Probst, Berlin, „Was geht zur Zeit auf dem Gebiete der Hochspannungschaltanlagen und der Schaltwarten im In- und Auslande vor sich? 2. Dipl.-Ing. O. Mayr, Berlin, „Neuestes auf dem Gebiet der Hochleistungschalter" m. Film.

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 8. III. 1933, abds. 8 h, „Saal der Technik", Alexanderstr. 18: Vortrag Ing. Honnef, Berlin, „Die Verwertung der Windenergien durch Windkraftwerke".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 7. III. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H., Elektrot. Inst. (Eing. Gartentor): Vortrag Dipl.-Ing. Kraut, Berlin, „Der dieselelektrische Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft".

Schleswig-Holsteinischer Elektrotechnischer Verein, Kiel. 10. III. 1933, gr. Hörsaal des Phys. Inst. Kiel, Fleckenstraße 16: Vortrag Dipl.-Ing. Speicher, Kiel, „Elektro-Verbund-Wirtschaft".

Elektrotechnischer Verein München. 8. III. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 504 der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. W. Binswanger, „Sparmaßnahmen in der Anlage und Unterhaltung von Mittelspannungsnetzen und Kritik eines neuartigen Mastfußes". Anschließend Vorführung des Werkfilms der Isarwerke.

Württ. Elektrotechnischer Verein, Stuttgart. 15. III. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Elektrot. Inst. der T. H., Militärstraße 3: Vortrag Dr.-Ing. M. Schleicher, Berlin, „Die wirtschaftliche Bedeutung der el. Fernbedienungs-Einrichtungen" (m. Fernübertragung nach Biberach).

Physikalische Gesellschaft zu Berlin e. V. und Deutsche Gesellschaft für technische Physik e. V., Berlin. 3. III. 1933, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee: a) H. Gerdien, „Über hochgesintertes Aluminiumoxyd". b) E. Lübcke, „Über physikalische Vorgänge in der Quecksilberdampf-Entladung". c) B. Germansky, „Über ein mechanisches Verfahren zum Ausgleich von Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate (m. Vorführ.).

Studentinnenhilfe und Studentenfürsorge, Berlin. — 6. III. 1933, abds. 8 h, Harnack-Haus, Dahlem, Ihnestr. 16/20: Vortrag Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Planck, zugunsten der Berliner Studenten- und Studentinnenfürsorge: „Ursprung und Auswirkung wissenschaftlicher Ideen". Eintrittskarten zu 2,50 und 1,50 RM sind erhältlich im Harnack-Haus, in der Akademie der Wissenschaften, Unter den Linden 38, an der Konzertkasse A. Wertheim, Leipziger Straße und an der Abendkasse.

Branchenregister.

Diesem Heft liegt ein aus seinen Anzeigen zusammengestelltes Branchenregister bei, das eine Übersicht über das Fabrikationsprogramm der elektrotechnischen Industrie und ihrer Zulieferanten bietet; weitere Exemplare können von der Anzeigenabteilung der ETZ, Berlin W 9, kostenlos bezogen werden.

Das Inserentenverzeichnis ermöglicht die rasche Aufsuchung der Firmenanzeigen. Es empfiehlt sich, den Anzeigenteil als Nachschlagebehelf für den Bedarfsfall aufzubewahren.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 7: Wer baut kleine Motoren für Reklamezwecke, Langsamläufer, zur Bewegung eines an der Decke befindlichen großen Sterns? Tragfähigkeit des Motors mindestens 2½ kg.

Abschluß des Heftes: 24. Februar 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Gittergesteuerte Gleichrichteranlage mit selbsttätiger Spannungsreglung.

Mitteilung der AEG.

Stromversorgungsanlagen, die ein kleines Gebiet zu beliefern haben, sind meist nur schlecht ausnutzbar, besonders dann, wenn die Abnehmer zum größten Teil nur Lichtverbraucher sind, da dann eine volle Belastung des Werkes nur während weniger Stunden eintritt. In den übrigen Tages- und Nachtstunden ist die Belastung so gering, daß Einrichtungen vorgesehen werden müssen, die eine wirtschaftliche Betriebsführung — d. h. mit hohem Wirkungsgrad und Verzicht auf Bedienung — ermöglichen. Hierzu wurden z. B. früher Akkumulatoren-Batterien, d. h. Energiespeicher verwandt. In neuerer Zeit treten Quecksilberdampf-Gleichrichter an ihre

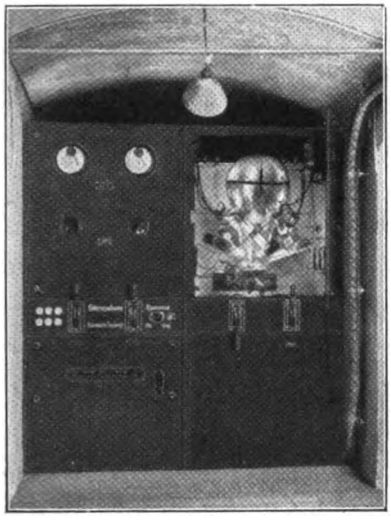


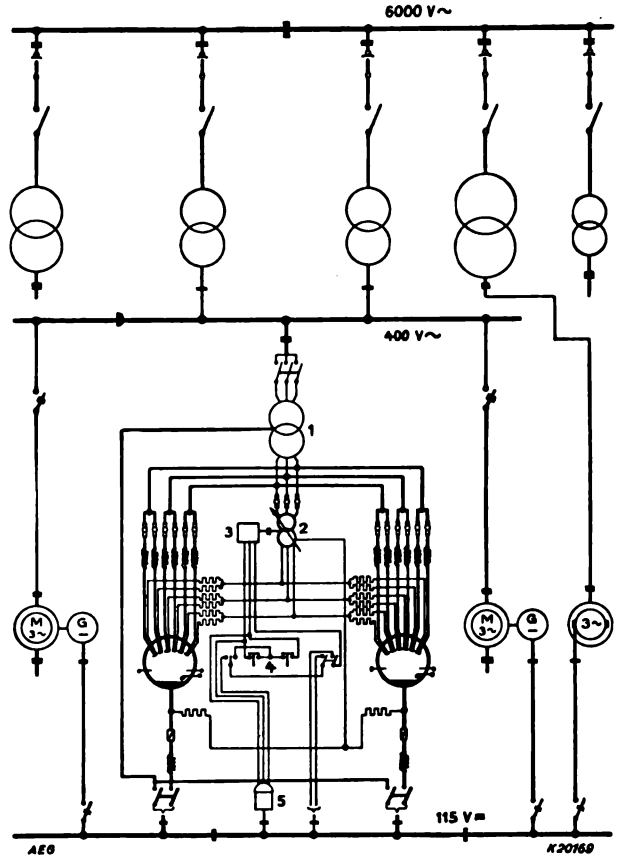
Abb. 1.
Gleichrichter-Anlage in einer Umformer-Station.

Stelle, welche die Möglichkeit bieten, infolge ihres hohen Wirkungsgrades, auch bei geringster Last die Betriebsführung so zu gestalten, daß die denkbar beste Wirtschaftlichkeit sichergestellt ist. Sie gestatten weiterhin, infolge der Einfachheit der Automatisierung (z. B. zur Konstanthaltung der Spannung) auf eine Bedienung zu verzichten.

In der Umformerstation der Passage „Unter den Linden" in Berlin, die einen großen Häuserblock mit vielen Büros und Läden mit Gleichstrom 115 V zu versorgen hat, hatten bisher Umformer und eine große Akkumulatoren-Batterie den Tages- und Nachtbedarf der Abnehmer zu decken. Die Umformer waren in Betrieb, solange die Belastung hoch war. Während der Nachtstunden und Sonntags speiste die Batterie das Netz. Da die Batterie verbraucht war, wurde sie abgerissen — eine Erneuerung kam infolge der hohen Kosten nicht in Frage — und eine AEG-Gleichrichteranlage, bestehend aus zwei Gestellen je 300 A, 115 V angeschafft (Abb. 1). Die Gleichrichter sind in Ausführung mit Gitterreglung vorgesehen worden; um die Bedienung zu vereinfachen, wurde die Spannungsreglung nicht nur für Hand-, sondern auch für selbsttätige Steuerung vorgesehen. Die Regeleinrichtung besteht aus einem Drehtransformator, an den über Widerstände und einen Transformator die Gitter angeschlossen werden. Auf die Welle des Drehtransformators arbeitet mittels einer Zahnradübersetzung ein Relais-Antrieb. Dieser enthält zwei Verstell-Relais, deren Klinken die Bewegung eines Zahnrades, das mit dem Drehtransformator gekuppelt ist, bewirken. Die beiden Relais des Antriebes werden über ein Spannungsrelais betätigt, und zwar derart, daß bei einem Absinken der Netzspannung unter 115 V das „Höher"-Relais anspricht, d. h. das Zahnrad und den Drehregler im Sinne einer Spannungssteigerung bewegt und beim Anstieg der Netzspannung über 115 V das „Tiefer"-Relais den Antrieb in umgekehrtem Sinne beeinflußt. Das Spannungsrelais gestattet, in einfacher Weise die konstant zu haltende Spannung einzustellen und kleinste Abweichungen bis zu ± 0,5% auszuregeln.

Der gittergesteuerte Gleichrichter, dessen ursprünglicher Zweck lediglich der war, für die Zeit, in der die Belastung auf 600 A und darunter sinkt, den Betrieb zu übernehmen, hat sich so gut bewährt, daß die Betriebsleitung der Umformerstation sich entschloß, den Gleichrichter auch in Parallelbetrieb mit den Umformern zu verwenden. In diesem Betriebsfall wird die selbsttätige Reglung auf Handbetätigung umgeschaltet. Die Relais des Antriebes erhalten dann die Spannungsimpulse nicht mehr vom Spannungsrelais, sondern werden über Druckknopfschalter gesteuert.

Um den Drehtransformator auch von Hand betätigen zu können, ist auf der Wellenverlängerung des Antrieb-



1 = Zwischentransformator,
2 = Drehtransformator für die Gitterregulierung,
3 = Antrieb für den Drehtransformator,
4 = Druckknöpfe für Handbetätigung,
5 = Spannungsrelais.

Abb. 2. Schaltung der Gleichrichter mit den parallel arbeitenden rotierenden Umformern.

zahnrades ein Druckknopf vorgesehen, mit dem dieses Rad stetig weitergeschaltet werden kann. Hierbei werden durch einen Ausschalter die Relais des Antriebes außer Spannung gesetzt (Abb. 2).

Diese Gleichrichteranlage ist die erste, die von der AEG mit selbsttätiger Gitterreglung für Licht- und Kraftbetrieb eingerichtet worden ist. Seit der Inbetriebnahme hat die Anlage einwandfrei gearbeitet. Die Glaskörper haben bereits eine Brenndauer von mehreren Tausend Stunden erreicht.

Digitized by Google

75
1858
JAHRE
1933
C. J. VOGEL
DRAHT- UND KABELWERKE AKT.GES.
BERLIN-KÖPENICK
Verlangen Sie bitte
unser Jubiläumsheft
von unserer Abt. 15 b
ADEBAHR

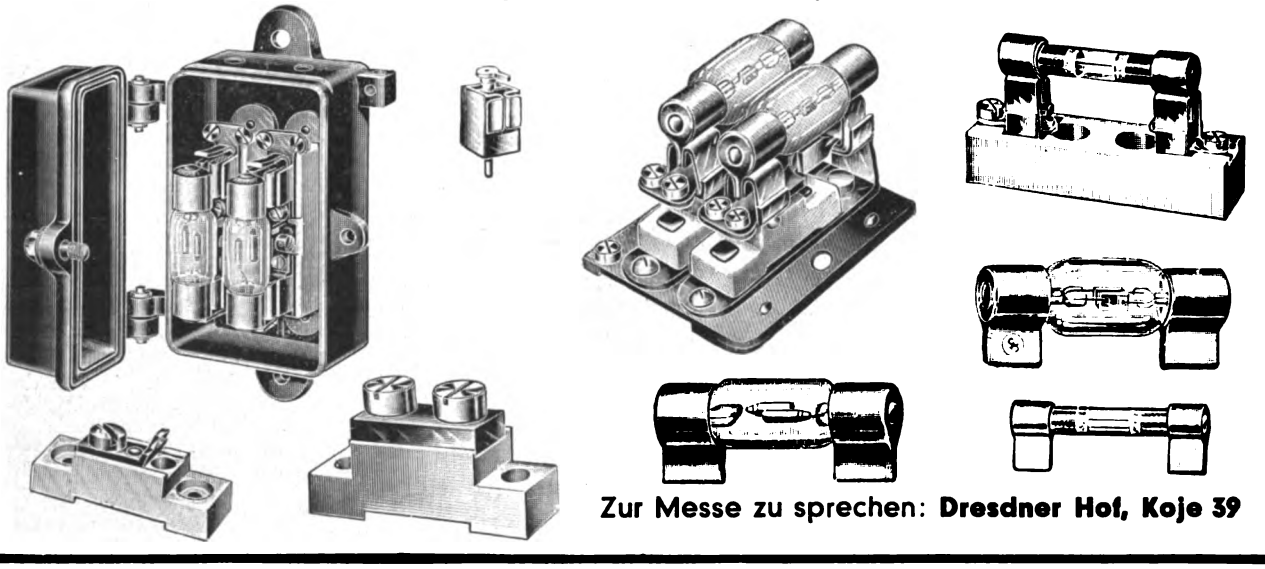
MESSESTAND: Haus der Elektrotechnik, Stand Nr. 95 u. Freigelände Nord Nr. 71

Als SPEZIALITÄT

fabriziert **KARL SCHIEDER** **NÜRNBERG**
Markgrafenstraße 9

für Behörden und Private alle Sorten

Steckkontakte und Anschlußdosen für tragbare Telephonapparate, Luftleerspannungsableiter, Schutzvorrichtungen mit Auslötsicherungen und Luftleerpatronen



Zur Messe zu sprechen: **Dresdner Hof, Koje 39**

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 9. März 1933** **Heft 10**

Zur Frage des elektrischen Sicherheitsgrades in Mittelspannungsnetzen.

Von **Harald Müller**, Hermsdorf (Thür.).

Übersicht. Im Betrieb der Mittelspannungsnetze ergeben sich sehr oft Schwierigkeiten infolge atmosphärischer Überspannungen. Es werden die hierbei maßgebenden Gesichtspunkte erörtert und Zahlenangaben über die Sicherheitsverhältnisse bei rasch verlaufenden Vorgängen gemacht.

In den letzten Jahren ist im elektrotechnischen Schrifttum des In- und Auslandes eine große Reihe von Aufsätzen[1] erschienen, die sich mit der Frage der Sicherheit von Isolationsanordnungen gegenüber atmosphärischen Einflüssen befassen. Vorwiegend beschäftigen die Arbeiten sich mit Hochspannungsnetzen und deren Isolation, während für die Mittelspannungsnetze anscheinend noch nicht in so großem Umfange Untersuchungen angestellt worden sind. Gerade die Mittelspannungsnetze sind aber verhältnismäßig am stärksten gefährdet, obwohl die Leitungen dichter am Erdboden verlaufen als die der Hochspannungsanlagen, also an sich mehr geschützt sind als diese[2]; denn infolge der Bemessung der Isolation der Netze nach der Betriebspannung, wie es heute noch allgemein üblich ist, kann auf die atmosphärischen Einflüsse nicht genügend Rücksicht genommen werden. Die infolge innerer Netzvorgänge entstehenden Überspannungen erreichen in keinem Falle eine solche Höhe, daß die nach den bisher üblichen Berechnungsverfahren bestimmten Isolationshöhen nicht genügen würden[3], da für diese Überspannungen die Betriebspannung bei der Bestimmung der Isolationshöhe maßgebend ist.

Bei Hochspannungsnetzen liegen die Verhältnisse in bezug auf die atmosphärischen Überspannungen dadurch einfach, daß man im allgemeinen in den Spannweiten und damit in den Masthöhen für die gleiche Betriebspannung wenig Abweichungen hat. Infolgedessen ergibt die jetzt übliche Bemessung der Isolation nach der Betriebspannung unter Zugrundelegung eines gewissermaßen statischen Sicherheitsgrades[4] auch hinsichtlich der Überspannungen atmosphärischen Ursprunges genügende Sicherheit. Es zeigt sich sogar, daß für Höchstspannungsnetze dieser statische Sicherheitsgrad auch in bezug auf die Sicherheit gegenüber atmosphärischen Überspannungen immer reichlicher wird. Bei diesen Netzen sind die Störungen meistens mehr durch andere Ursachen als durch Gewitter bedingt, wenn nicht z. B. besondere geologische Verhältnisse vorliegen, wie G. Lehmann gezeigt hat[5].

Für die Mittelspannungsnetze entstehen Schwierigkeiten dadurch, daß der statische Sicherheitsgrad, auch wenn die Formeln einen konstanten Summanden enthalten, doch nicht in jedem Falle den atmosphärischen Bedingungen gerecht zu werden vermag. So ändern sich je nach den verwandten Spannweiten die Masthöhen, damit wechselt auch der Einfluß der von außen kommenden Überspannungen. Würde man etwa eine 15 kV-Leitung auf einem 100 kV-Gestänge verlegen, so würde man wahrscheinlich mit ganz erheblichen Störungen zu rechnen haben, wenn man die Isolation der Leitung nur nach der Betriebspannung mit Hilfe der erwähnten Formeln berechnen würde. Aber selbst für den Fall, daß man die Freileitungsisolation den besonderen Verhältnissen entsprechend stärker als üblich bemessen würde, würden sich in den Werken unangenehme Folgeerscheinungen ergeben. Man würde die Überschläge nur von der Strecke ins Werk verlegt haben. Die Folge müßte eine gleichzeitige Erhöhung der Isolation des Werkes sein. Tatsächlich sind solche Erfahrungen gemacht worden, daß man nach Verstärkung der Isolation der Freileitungen Schwierigkeiten in den Werken bekommen hat und nun deren Isolationszustand ebenfalls verbessern mußte[6].

Da die Verhältnisse bei atmosphärischen Vorgängen durchaus noch nicht als geklärt angesehen werden können, obwohl eine große Anzahl höchst wertvoller Veröffentlichungen[7] auf diesem Gebiete gemacht worden ist, so hat der VDE mit gutem Vorbedacht noch nicht den Weg beschritten, hier Bedingungen aufzustellen, die u. U. die Entwicklungsarbeiten vorzeitig abschneiden würden. Die bisher bestehenden, auf den Betriebspannungen fußenden Formeln für die Bemessung der Isolationshöhe wird man daher sicher im Sinne des VDE richtig bewerten, wenn man ihnen teils orientierenden Charakter beimißt, teils die nach den Formeln errechneten Werte als Mindestwerte betrachtet. Sie sind in ihren Forderungen schärfer als die international gültige Formel. Außerdem ist eine gewisse, den Betriebsanforderungen entgegenkommende Beweglichkeit gegeben durch die Möglichkeit, die Isolation der Freileitungen und Werke nach verschiedenen Formeln zu berechnen.

Eine grundsätzliche Schwierigkeit für die Festlegung von Bedingungen besteht darin, daß es schlechterdings unmöglich ist, die Überspannungen atmosphärischen Ursprunges in ein Schema pressen zu wollen. Je nach den bei der Entstehung der Überspannung herrschenden Verhältnissen ergeben sich stark verschiedene Verläufe der Überspannungen. Dies gilt sowohl für die Geschwindigkeit des Spannungsanstieges der Überspannung, der sich in Zeiten von Bruchteilen einer Mikrosekunde bis zu einigen Mikrosekunden abspielen kann, als auch für das Wiederabsinken der Spannung, das sehr rasch, in wenigen Mikrosekunden, oder aber auch in einer viel längeren Zeit erfolgen kann. Es wird also ziemlich schwierig sein, hier Prüfvorschriften zu erlassen, die mehr als orientierende Versuche durchzuführen gestatten. Auf Grund des bisher vorliegenden Versuchs- und Beobachtungsmaterials wird deshalb vom VDE demnächst ein Vorschlag für normale Stoßprüfwellen zur Diskussion gestellt werden. Als normale Wellen wurden solche gewählt, die auch nach ausländischen Erfahrungen am besten die bei Überspannungen atmosphärischen Ursprungs herrschenden mittleren Verhältnisse nachzuahmen gestatten.

Für Hochspannungsanlagen haben sich im Laufe der Zeit einige Anschauungen hinsichtlich der Bemessung des Sicherheitsgrades von Leitung und Werk gebildet. So neigt

---

[1] Zusammenfassender Bericht: O. Naumann, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 56 (1932).

[2] F. W. Peek jr., Ber. 56 der Internat. Hochspannungskonferenz, Paris 1931.

[3] Wie Fußnote 1.

[4] Vgl. VDE-Vorschrift L.S.G./1932, ferner ETZ 1932, S. 514. Für Leitungen gelten bekanntlich die beiden Formeln: $U_{\ddot{u}} = (2.2\,U_B + 20) \cdot 1{,}1$ und $U_{\ddot{u}} = (2\,U_B + 10) \cdot 1{,}1$, worin $U_{\ddot{u}}$ die Mindestüberschlagspannung in kV und U_B die Betriebspannung ebenfalls in kV bedeuten. Für die Werksisolation ist jedoch nur die erste, strengere Formel zugelassen. Die IEC hat die noch etwas mildere Formel $U_{\ddot{u}} = (2\,U_B + 10) \cdot 1{,}05$ vorgeschlagen, die für beides, Freileitungs- und Werksisolation, gilt.

[5] G. Lehmann, Dissertation T. H. Dresden 1932; s. a. ETZ 1932, S. 980.

[6] Harald Müller, Elektr.-Wirtsch. Bd. 27, S. 371 (1928).

[7] Wie Fußnote 1, ferner H. Norinder, Tekn. T. 1925, H. 31; 1927, H. 44. Max. Toepler, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1926, H. 25. L. Binder, ETZ 1928, S. 503. A. Matthias, Ber. 243 der 2. Weltkraftkonferenz 1930. W. W. Lewis, Ber. 45 der Internat. Hochspannungskonferenz, Paris 1931. K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 20, S. 321 (1929); Bd. 21, S. 77 (1930); Bd. 23, S. 289 (1932); Ber. 64 der Internat. Hochspannungskonferenz, Paris 1931. D. Müller-Hillebrand, ETZ 1931, S. 722 u. 758; Dissert. T. H. Berlin 1930.

Digitized by Google

man allgemein dazu, die Isolation der Freileitungen etwas geringer als die der Werke zu wählen, damit diese nicht als Ventile für die von der Strecke her anlaufenden Überspannungswellen dienen müssen. Oft erscheint allerdings eine geringere Isolation der Strecke unerwünscht, weil die Überwachung der Strecke unvergleichlich schwerer als die der Werke ist, zumal wenn diese besetzt sind. Anderseits ist ein Überschlag im Werk in seinen Folgen viel unangenehmer als ein solcher auf der freien Strecke. Man kann beiden Wünschen, eine möglichst hoch isolierte Freileitung zu haben, ohne dadurch das Werk zu gefährden, gerecht werden, wenn man etwa einen schwachen Punkt oder eine kurze Strecke mit zurückgesetzter Isolationshöhe in der Nähe des Werkes vorsieht. Dann hat man die Stelle der möglichen Störungen örtlich eingegrenzt, kann sie leicht überwachen und schützt die Werke. Man kann eine solche Schwächung schon dadurch herbeiführen, daß man Schutzarmaturen anbringt. Sie müssen dann so eingestellt bzw. bemessen sein, daß sie mit Sicherheit bei einer niedrigeren Stoßspannung als die übrige Freileitungsstrecke bzw. eher als diese ansprechen. Im allgemeinen sollte man aber die Schutzarmaturen, deren Zweck ein an sich ganz anderer ist, nicht mit Rücksicht auf die Begrenzung von Überspannungen so umbilden, daß sie ihre Hauptaufgabe nicht mehr genügend zu erfüllen vermögen, die Isolation gegen die zerstörenden Wirkungen des Lichtbogens zu schützen. Der Wunsch, einer Anordnung verschiedene Aufgaben zuzuweisen, deren gleichzeitige Erfüllung nicht ohne weiteres möglich ist, wird, wie oft, so auch in diesem Falle zu Schwierigkeiten führen.

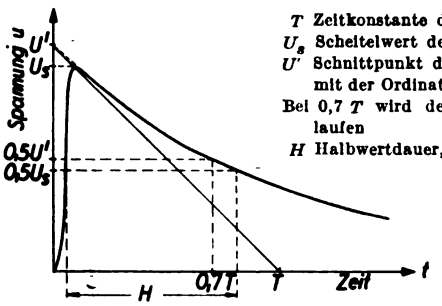
Bei den Mittelspannungsnetzen ergeben die bisher genannten Wege teilweise Schwierigkeiten. So würde, um mit dem zuletzt behandelten Vorschlage zu beginnen, die Anbringung von Schutzarmaturen in der überwiegenden Zahl der Fälle einen geordneten Betrieb unmöglich machen können. Bei Mittelspannungsnetzen niederer Spannungen sind die Abstände zwischen dem Aufhänge- bzw. Stützpunkt der Leitung am Mast und ihr selbst im allgemeinen so gering, daß hier die Anbringung von Schutzarmaturen an sich schon kaum durchführbar ist. Sollen diese nun noch etwas enger eingestellt werden, um eine Art Ableiter darzustellen, so ergeben sich Abstände, die mit Rücksicht auf Vögel, Pappschnee usw. einen geregelten Betrieb selbst bei Fehlen jeglicher Überspannungen unmöglich machen.

Die Schaffung von Stellen mit schwächerer Isolation ohne Verwendung von Schutzarmaturen, lediglich durch Einbau schwächerer Isolatorentypen, hat bei Mittelspannungsnetzen ebenfalls außerordentliche Schwierigkeiten im Gefolge. Man kann nicht, wie es bei Hochspannungsnetzen wegen der großen Isolationslängen möglich ist, so vorgehen, daß man etwa durch den Einbau eines oder zweier Glieder weniger eine Stelle oder Strecke geschwächter Isolation schafft, die man gegen die Wirkung der dem eigentlichen Überspannungs-Überschlag folgenden Betriebströme durch geeignete Armaturen schützen kann. Infolgedessen bleiben die Stellen zurückgesetzter Isolation schwache Punkte, nicht nur im Sinne der Überspannungsfrage, sondern vor allem des Betriebes.

So bleibt, wenn wir von der Verwendung von Überspannungsventilen hier absehen wollen, die sicher gerade für Mittelspannungsnetze bei richtiger Auswahl sehr großen Nutzen haben können und die vor allem für schon bestehende Netze Bedeutung haben, als letzter Weg nur der übrig, die Isolation der Freileitung als Ganzes gegen die des Werkes zu staffeln. Hierzu wird man vor allem bei Neuanlagen schreiten.

Eine Möglichkeit hierzu sieht der VDE an sich auch schon vor, indem er für die Freileitung eine niedrigere Normalfrequenz-Überschlagspannung als für die Werke zuläßt. Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit eine so gewonnene Staffelung auch für rasch veränderliche Spannungen Bedeutung hat. Zu diesem Zwecke sollen für einige Isolatorenformen der wichtigsten Mittelspannungsreihen 10, 20, 30 kV die Versuchsergebnisse über ihr Verhalten bei Normalfrequenz und Stoß gebracht werden[8]. Für die Stoßspannungsmessungen sind nun nicht nur eine, sondern drei verschieden ablaufende Spannungstöße einer der Abb. 1 entsprechenden Form verwandt worden[9]. Die Unterschiede liegen in dem verschieden raschen Ablauf der Rücken der 3 Wellen, u. zw. wurden die Versuche mit Wellen von der Zeitkonstanten des Rückens $T_1 = 1000\,\mu s$, $T_2 = 70\,\mu s$, $T_3 = 5\,\mu s$ ausgeführt. Die entsprechenden Halbwertdauern liegen bei etwa 70 % der Zeitkonstanten. In der Anstiegdauer unterscheiden sich die Spannungstöße nur unwesentlich[10].

Bei jeder Wellenform wurden jeweils nur die niedrigsten Stoßüberschlagspannungen berücksichtigt, die sog. Mindest-Stoßüberschlagspannungen bei der gegebenen Spannungsform. Dann erhält man für jeden Isolator eine Kurve. Da die Kurven unter gleichen Bedingungen aufgenommen sind, gestatten sie einen Vergleich der Isolatoren untereinander. Man wird also feststellen können, welcher von etwa zu vergleichenden Isolatoren bei Stoß zuerst überschlägt. Ferner ergeben die Kurven eine Vergleichsmöglichkeit über ein ganzes Bereich, so daß man dann, wenn etwa der betreffende Isolator für das ganze Bereich eine höhere Stoßüberschlagspannung als der verglichene Isolator hat, mit ziemlicher Sicherheit wird sagen können, daß dies allgemein gelten wird.



T Zeitkonstante des Rückens
U_s Scheitelwert der Stoßspannung
U' Schnittpunkt der Exponentialkurve mit der Ordinatenachse
Bei 0,7 T wird der Wert 0,5 U' durchlaufen
H Halbwertdauer, d. i. die Zeit, während der die Stoßspannung größer als der halbe Scheitelwert ist. Bei steil ansteigenden Stoßspannungen ist $0{,}7\,T \approx H$

Abb. 1. Idealisierte Stoßspannungsform, bei der exponentieller Ablauf des Rückens angenommen wird.

Die später folgenden Tafeln nehmen auf einen weiteren Umstand Rücksicht, der bei rasch veränderlichen Überspannungen eine Rolle spielt, nämlich auf das Vorzeichen. Wie vom Verfasser an anderer Stelle[11] ausgeführt wurde, sind die Überschlagspannungen in ihrer Höhe bei vielen Isolatorenformen stark abhängig von dem Vorzeichen der Spannung[12], so daß man den Vergleich nicht ohne Berücksichtigung des Vorzeichens durchführen darf. Die im folgenden aufgeführten Überschlagspannungen sind jeweils bei positivem Stoß in die Leitung bei geerdetem Stütz- bzw. Aufhängepunkt gemessen.

Man hat an verschiedenen Stellen neben der Spannungshöhe die Überschlagverzögerung zumal für Hochspannungsisolatoren bestimmt und als Maßstab für die Abstimmung der Isolation gegeneinander benutzt[13]. Während bei Normalfrequenz und wahrscheinlich auch bei nicht allzu rasch sich ändernden Spannungen der Überschlag in dem Augenblick eintritt, wo die für den Durchbruch erforderliche Feldstärke erreicht wird, gilt dies bekanntlich nicht mehr bei äußerst rasch sich ändernden Spannungen, mit denen wir es hier zu tun haben; der Durchschlag ist verzögert. Die Dauer der Verzögerung ist abhängig von der Geschwindigkeit des Anstiegs der Spannung und ihres Wiederabsinkens. Es hat sich nun an Hand von Kathodenstrahl-Oszillogrammen gezeigt, daß wiederum bevorzugt bei den für Mittelspannungsnetze in Frage kommenden Spannungshöhen die Streuung der Verzögerungszeiten eine ganz außerordentliche ist, so daß es nicht zweckmäßig erscheint, etwa eine Isolationsanordnung gegen eine andere gleicher Höhe der Überschlagspannung dadurch abstufen zu wollen, daß man die Verzögerungszeiten staffelt. Diese Staffelung dürfte sehr schwierig durchzuführen sein, wenn sie einwandfrei sein soll. Man darf nicht vergessen, daß die Überschlagwege, die bei diesen Spannungen in Frage kommen, in einem in bezug auf die Entladungsformen unsicheren Gebiet liegen[14], so daß die starke Streuung in den Verzögerungszeiten sich nicht zum wenigsten mit aus diesen Unsicherheiten heraus erklärt. Die Streuung macht sich auch bei

[8] Die im folgenden wiedergegebenen Versuchsergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit den Herren Dipl.-Ing. A. Weber, Dipl.-Ing. F. Obenaus und Dr.-Ing. W. Schneider im Versuchsfeld der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft gewonnen.

[9] Vgl. Harald Müller, VDE-Fachberichte 1931, S. 98.

[10] Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 397 (1931), Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1931, H. 57/58.

[11] Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1930, H. 53/54; 1931, H. 57/58.

[12] Vgl. auch J. Kopellovitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 401 (1931).

[13] Wie Fußnote 1, ferner Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 24, S. 17 (1933).

[14] W. Welcker, Diss. Dresden 1910; s. auch ETZ 1911, S. 463.

Digitized by Google

der Bestimmung der Überschlagspannungen selbst bemerkbar, wenn auch noch nicht in dem Maße.

Schließlich soll noch darauf hingewiesen sein, daß die bei sehr kurzen Wellen, d. h. sehr rasch abfallendem Rücken aufgenommenen Spannungswerte mit aller Vorsicht zu betrachten sind. Es ist durchaus möglich, daß sich dabei hochfrequente Schwingungen ausbilden, die das gewonnene Ergebnis trüben können.

Im folgenden sind in den Zahlentafeln 1 ··· 3 Einzelwerte für Freileitungs- und Werksmaterial bei verschiedenem Verlauf der Spannungstöße zusammengestellt, getrennt nach den drei zu Anfang genannten Reihen. Die Zahlentafeln enthalten nur Werte für das vom VDE genormte und in den jeweils bei den Zahlentafeln näher angeführten DIN-Blättern zu findende Material. Darüber hinaus sind noch die Werte für die von der Hescho entwickelten Einrohr-Durchführungen mit aufgeführt[15], da diese Durchführungen aus den oben besprochenen Gedanken heraus entstanden sind.

Reihe 10 (hierzu Zahlentafel 1).

Die unter ungünstigsten Verhältnissen ermittelte Mindest-Überschlagspannung bei Normalfrequenz ergibt sich nach der strengeren Formel zu $(2{,}2 \cdot 10 + 20) \cdot 1{,}1 = 46\ \mathrm{kV_{eff}}$ entsprechend $65\ \mathrm{kV_{max}}$, nach der milderen Formel $(2 \cdot 10 + 10) \cdot 1{,}1 = 33\ \mathrm{kV_{eff}}$ entsprechend $47\ \mathrm{kV_{max}}$. Die letztere

Zahlentafel 1*[16].

Isolator Art	Bezeichnung (bei Hängern Zahl der Glieder in Klammer)	garantierte Überschlagspannung bei 50 Hz in $\mathrm{kV_{max}}$	Mindest-Überschlagspannung in $\mathrm{kV_{max}}$ bei Zeitkonstanten T des Rückens in μs 5 μs	70 μs	1000 μs
Kapp.-Hgr. . .	K 1 (2 Gl)	85	240	190	180
Vollk.-Hgr. . .	MK 1 (1 Gl)	50	190	150	130
„ „ . . .	MK 2 (1 Gl)	70	210	165	155
Stütz.-Is. . . .	HD 6	60	170	135	125
„ „ . . .	HD 10	70	195	150	145
„ „ . . .	HW 6	50	145	110	105
„ „ . . .	HW 10	65	175	125	120
Verst. St.-Is. . .	VHD 10	70	150	135	130
„ „ „ . .	VHW 10	65	180	150	145
Innenr.-St. . . .	SB 6	70	115	95	95
„ „ . . .	SB 10	80	150	115	110
Innenr.-Df. . . .	DB 10	80	120	115	115
Einrohr-Df. . .	6010	65	200	180	170
„ „ . .	4010	65	120	115	110

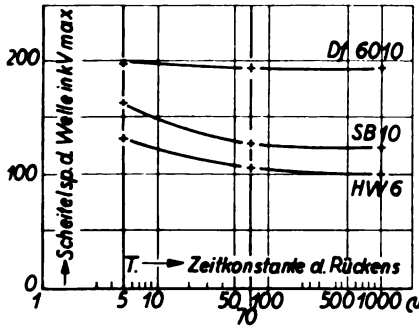


Abb. 2a. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 10 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei positiver Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

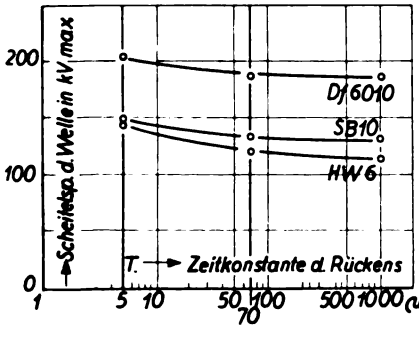


Abb. 2b. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 10 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei negativer Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

Formel darf dabei nur für die Freileitungsisolation verwandt werden, die Werksisolation darf nur nach der strengeren Formel bemessen werden.

Zahlentafel 1, deren Werte auf einen bestimmten Meßtag reduziert worden sind, da sonst eine Vergleichsmöglichkeit nicht besteht, zeigt, daß eine Beurteilung nach der Normalfrequenz-Überschlagspannung anders als die nach den Stoß-Überschlagspannungen ausfällt und daß nach der einen Spannungsart ausgewählte Kombinationen von Freileitungs- und Werksisolation nach der anderen unzweckmäßig erscheinen. So würde die nach den normalfrequenten Überschlagspannungen richtig ausgewählte abgestufte Kombination MK 1, SB 6, DB 10 bei Stoß nicht den oben entwickelten Gesichtspunkten entsprechen. Abb. 2 a, b zeigen eine in Parallelschaltung gemessene Anordnung, bestehend aus den Isolatoren HW 6, SB 10, Df 6010, die sowohl in bezug auf die Normalfrequenz-Überschlagspannung den VDE-Vorschriften als auch in bezug auf die Stoßwerte den oben entwickelten Gesichtspunkten entspricht.

Reihe 20 (hierzu Zahlentafel 2).

Nach den vor Zahlentafel 1 erwähnten Formeln errechnet sich die Normalfrequenz-Überschlagspannung zu $70\ \mathrm{kV_{eff}}$ entspr. $100\ \mathrm{kV_{max}}$ bzw. $55\ \mathrm{kV_{eff}}$ entspr. $78\ \mathrm{kV_{max}}$.

Zahlentafel 2*[17].

Isolator Art	Bezeichnung (bei Hängern Zahl der Glieder in Klammern)	garantierte Überschlagspannung bei 50 Hz in $\mathrm{kV_{max}}$	Mindest-Überschlagspannung in $\mathrm{kV_{max}}$ bei Zeitkonstanten T des Rückens in μs 5 μs	70 μs	1000 μs
Kapp.-Hgr. . .	K 1 (2 Gl)	85	240	190	180
„ „ . . .	(3 Gl)	125	310	255	240
„ „ . . .	K 2 (2 Gl)	105	320	260	245
Vollk.- „ . . .	VK 2 (1 Gl)	80	240	195	180
Stütz.-Is. . . .	HD 15	80	215	170	160
„ „ . . .	HD 20	100	255	200	190
„ „ . . .	HW 15	80	210	165	160
„ „ . . .	HW 20	100	240	180	175
Verst. Is. . . .	VHD 15	80	205	160	155
„ „ . . .	VHD 20	100	210	190	185
„ „ . . .	VHW 15	80	225	180	170
„ „ . . .	VHW 20	100	240	195	190
Innenr.-St. . . .	SB 20	115	210	165	160
„ -Df. . .	DB 20	105	160	150	145
Einrohr-Df. . .	6020	100	250	240	230
„ „ . .	4020	100	220	205	200

Auch für die Reihe 20 ist eine Parallelschaltung, bestehend aus VHD 15, SB 20, Df 6020, untersucht worden; das Ergebnis findet sich in Abb. 3 a, b. Die zu Zahlentafel 1 gemachten Ausführungen gelten auch hier sinngemäß. Für die Betriebspannung 15 kV sind besondere Tafeln nicht aufgestellt worden. Die hierfür in Frage kommenden Isolatoren sind zum größten Teile in den beiden bisher behandelten Abschnitten enthalten.

Reihe 30 (hierzu Zahlentafel 3).

Nach den vor Zahlentafel 1 erwähnten Formeln ergeben sich die Normalfrequenz-Überschlagspannungen zu $95\ \mathrm{kV_{eff}}$ entspr. $135\ \mathrm{kV_{max}}$ bzw. $77\ \mathrm{kV_{eff}}$ entspr. $110\ \mathrm{kV_{max}}$.

Zahlentafel 3*[18].

Isolator Art	Bezeichnung (bei Hängern Zahl der Glieder in Klammern)	garantierte Überschlagspannung bei 50 Hz in $\mathrm{kV_{max}}$	Mindest-Überschlagspannung in $\mathrm{kV_{max}}$ bei Zeitkonstanten T des Rückens in μs 5 μs	70 μs	1000 μs
Kapp.-Hgr. . .	K 1 (3 Gl)	125	310	255	240
„ „ . . .	K 3 (2 Gl)	135	370	290	260
Vollk.- „ . . .	MK 2 (2 Gl)	125	390	325	300
„ „ . . .	MK 5 (1 Gl)	115	340	265	230
Stütz.-Is. . . .	HD 25	115	295	230	225
„ „ . . .	HD 30	135	325	260	255
„ „ . . .	HW 25	115	205	205	200
„ „ . . .	HW 30	135	285	225	220
Verst. St.-Is. . .	VHD 25	115	250	215	210
„ „ „ . .	VHD 30	135	295	245	240
„ „ „ . .	VHW 25	115	270	215	205
„ „ „ . .	VHW 30	135	310	245	230
Innenr.-St. . . .	SB 30	140	300	205	195
„ -Df. . .	DB 30	160	300	255	245
Einrohr-Df. . .	6030	135	300	255	250
„ Df. . .	4030	135	270	255	250

Eine Zusammenstellung entsprechend der, die wir bereits für die Reihen 10 und 20 getroffen haben, geben

[15] Hierzu vgl. J. Wallich, ETZ 1933, S. 207.

*[16] Vgl. DIN VDE 8002, 8003, 8004, 8005, 8007, 8008, 8100, 8101, 8102, 8104, 8105. Die hier mitgeteilten Werte gelten wegen der Unsicherheit der Messung mit ± 15 % Toleranz. Von den Stützern und Durchführungen sind nur die der mittleren Gruppe B aufgenommen.

*[17] Vgl. DIN VDE 8002···8005, 8007···8009, 8100···8102, 8104, 8105. Die hier mitgeteilten Werte gelten wegen der Unsicherheit der Messung mit ± 15 % Toleranz. Von den Stützen und Durchführungen sind nur die der mittleren Gruppe B aufgenommen.

*[18] Vgl. DIN VDE 8002···8005, 8007, 8008, 8100···8102, 8104, 8105. Die hier mitgeteilten Werte gelten wegen der Unsicherheit der Messung mit ± 15% Toleranz. Von den Stützern und Durchführungen sind nur die der mittleren Gruppe B aufgenommen.

Digitized by Google

Abb. 4a, b, für die Reihe 30 wieder; sie enthalten Werte für VHD 25, SB 30 und DB 30, außerdem Df 6030.

Mit Rücksicht auf die großen Schwierigkeiten bei der Durchführung der Versuche für Mittelspannungsnetze sollte man grundsätzlich nicht irgendwelche Werte, die zu

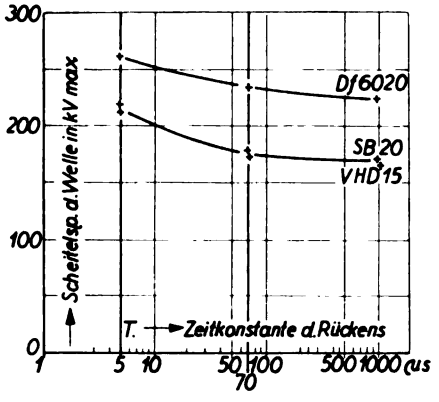


Abb. 3a. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 20 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei positiver Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

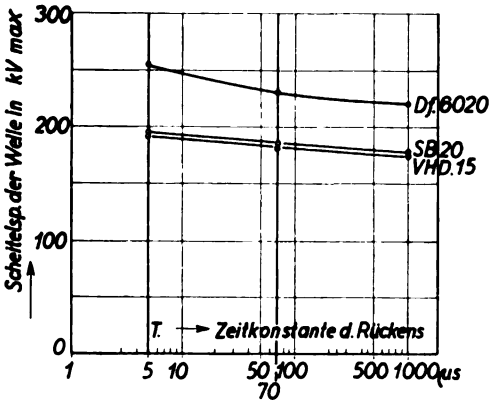


Abb. 3b. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 20 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei negativer Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

verschiedenen Zeiten aufgenommen worden sind, zur Anstellung von Vergleichen zugrunde legen, wie dies bei Hochspannungsmaterial im allgemeinen immer wegen der dort wesentlich geringeren Streuung möglich ist, sondern sollte die in Frage stehenden Isolationen von Fall zu Fall in Parallelschaltung untersuchen. Dies ist auch mit Rücksicht auf die verhältnismäßig kleinen Abstände unbedingt notwendig, weil der Aufbau, die Armaturen, kurzum die gesamte Anordnung von wesentlichem Einfluß auf die jeweils gemessenen Werte sind. So wurden auch mit Rücksicht auf die erhebliche Streuung bei den Messungen alle oben gemachten Angaben auf einen Versuchstag reduziert. Diese Messungen sollen nur Anhaltspunkte geben. Für jeden einzelnen Fall, vor allem dann, wenn es sich um hier nicht erwähntes Material handelt, sollte der Versuch in Parallelschaltung durchgeführt werden.

Stellt sich dann heraus, daß etwa die Freileitungsisolation der der Station für die langsamer absinkenden Stoßspannungen gleichwertig, für die rascher absinkenden überlegen ist, so besteht auch im Betrieb die Gefahr, daß bei einem Einschlag nahe dem Werk ein Überschlag im Werk auftreten kann. Ist jedoch die Werksisolation der der Freileitung für die langsamer abfallenden Stoßspannungen überlegen und gleichen sich die Überschlagwerte erst bei sehr rasch abfallendem Rücken an bzw. überschneiden sich die Kurven etwas, so besteht keinerlei Gefahr für das Werk. Die Unterschiede in den Überschlagspannungen bei sehr rasch abfallendem Rücken sind dann so gering, daß die schon nach Lauf von wenigen Metern erhebliche Verschleifung der Wanderwelle[19], als die der Spannungstoß in die Station einzieht, die Welle auf eine ungefährliche Höhe herabgedrückt hat. Diese Verschleifung hat jedoch nur Bedeutung bei solchen, sehr rasch absinkenden Spannungen.

Man kann die normale Welle mit einer Halbwertdauer von 50 µs recht gut als kritische Spannung nehmen. Wenn bei der Normalwelle die Werksisolation bei einer höheren Spannung als die der Freileitung überschlägt, so kann man sicher sein, daß man die Zusammenstellung richtig gewählt hat.

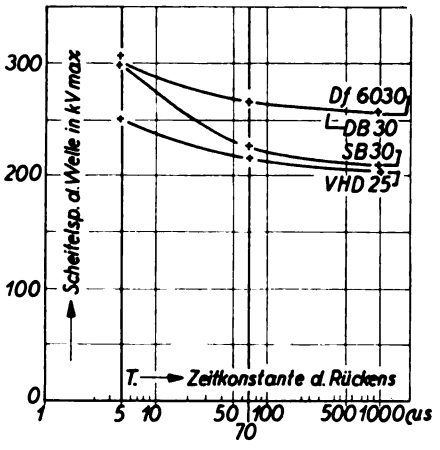


Abb. 4a. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 30 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei positiver Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

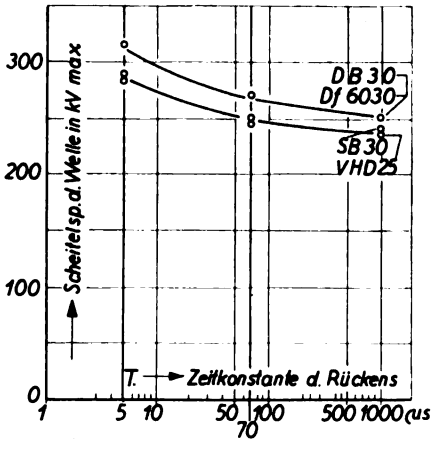


Abb. 4b. Verlauf der Minimal-Stoßüberschlagspannung für 30 kV-Material, über der Zeitkonstante T des Rückens aufgetragen, bei negativer Leitung. Aufhänge- bzw. Stützpunkt geerdet.

Zusammenfassung.

Die Betrachtung der Sicherheitsverhältnisse in Mittelspannungsnetzen ergibt, daß man der Untersuchung der Isolation bei Stoßspannungen neben der bei Normalfrequenz nicht entraten kann, da bei solchen rasch veränderlichen, den atmosphärischen Überspannungen entsprechenden Beanspruchungen sich noch weitere für die Beurteilung der Sicherheitsverhältnisse wichtige Tatsachen ergeben. Ferner wird mit Rücksicht auf die bei solchen Messungen unvermeidbaren Streuungen die parallele Untersuchung der Leitungs- und Werksisolation empfohlen.

Die nasse Entstaubung von Rauchgasen.

Auf dem Kraftwerk in Lourches arbeitet eine hydraulische Entstaubungsanlage für die Reinigung der Rauchgase, die von kohlenstaubgefeuerten Kesseln herrühren[1]. Die Rauchgase werden durch einen Ventilator gegen eine Drehtrommel getrieben, die eine größere Anzahl von Stäben besitzt. Der untere Teil der Trommel bewegt sich in einem Wasserbecken. Die Gase stoßen nun auf die feuchten Stäbe auf, lagern auf diese ihre Staubteile ab, die dann infolge der Umdrehung der Trommel mit dem Wasser im Becken in Berührung kommen, hier aufgefangen werden und allmählich auf den Behälterboden sinken. Die Geschwindigkeit der Trommel richtet sich nach der Temperatur der zu reinigenden Gase und wird so bemessen, daß die Stäbe noch feucht sind, bevor sie wieder in das Wasser eintauchen, damit sie den Staub aus den Gasen genügend lange festhalten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel schwankt zwischen 8 und 24 U/min. Der Wasserverbrauch beträgt 5 ··· 8 m³/h. Die in Lourches verfeuerte Kohle besitzt einen Gehalt an Aschen von 17,98 % und an flüchtigen Bestandteilen von 11,18 %, während die Entstaubungsanlage mit einem Wirkungsgrad von 89 % arbeitet. *Kp.*

[1] Chaleur et Ind. 1932, S. 12.

[19] L. Binder, ETZ 1917, S. 381 u. 393. F. Moeller, Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 399 (1927). E. Riepl, Dissertation T. H. Dresden sowie Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 416 (1927). P. Jacottet, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 8, S. 54 (1930). E. Flegler u. J. Röhrig, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 38 (1933).

Digitized by Google

Der wirtschaftliche Druckgasschalter.

Von J. Biermanns, Berlin.

Übersicht. Die Entwicklung der öllosen Schalter ist bisher vorwiegend von dem Bestreben geleitet worden, ohne ausschlaggebende Rücksicht auf die Kosten einen Ersatz für den als feuergefährlich angesehenen Ölschalter zu schaffen, und hat in erster Linie den Hochleistungschalter gefördert. Die neuere Entwicklung wird von dem Verlangen nach wirtschaftlichen öllosen Schaltern für die Durchschnitts-Kurzschlußleistungen kleinerer Netze bestimmt, die auch betr. Kosten mit den Ölschaltern wettbewerbsfähig sind. Ein erster Erfolg in dieser Richtung ist ein von der AEG entwickelter Druckgasschalter der Reihe 10 für 100 MVA Abschaltleistung.

Die Entwicklung der öllosen Schalter wurde durch die schweren Ölschalter-Explosionen in Fluß gebracht, die vor einem halben Dutzend Jahren an verschiedenen Stellen Deutschlands und im Auslande aufgetreten waren. Es handelte sich damals um sogenannte Hochleistungschalter mit für hohen inneren Überdruck bestimmten Gehäusen, so daß, als die Schalter auseinanderflogen, die Zerstörungen entsprechend schwerwiegend waren. Der Impuls zur Entwicklung der öllosen Schalter ging somit vom Hochleistungschalter aus, und dieser Schalterart galten dann auch zunächst die Bemühungen der Konstrukteure ölloser Schalter[1].

Rein technisch betrachtet, konnte die Frage des öllosen Hochleistungschalters befriedigend gelöst werden. Wir verfügen heute über Schaltertypen, die bezüglich der sicheren Beherrschung der ihnen zugemuteten Abschaltleistung nichts zu wünschen übrig lassen. Die wirtschaftliche Seite wurde zunächst etwas stiefmütterlich behandelt. Die Konstrukteure stellten sich die Aufgabe, den Ölschalter um jeden Preis erst einmal durch öllose Ausführungen zu ersetzen. Wenn dies auch zunächst den seitens der Kundschaft ausgesprochenen Wünschen zu entsprechen schien, so ging es hier jedoch wie meistens im Leben: die Ansprüche steigerten sich in dem Maße, wie es gelang, die zuerst nur schüchtern vorgebrachten Anregungen zu befriedigen. Heute sind die Käufer von Schaltern so weit, daß sie den öllosen Schalter als etwas technisch Selbstverständliches hinnehmen und fordern, daß er im Preis die bisher eingeführten Ölschaltertypen nicht nennenswert übertrifft.

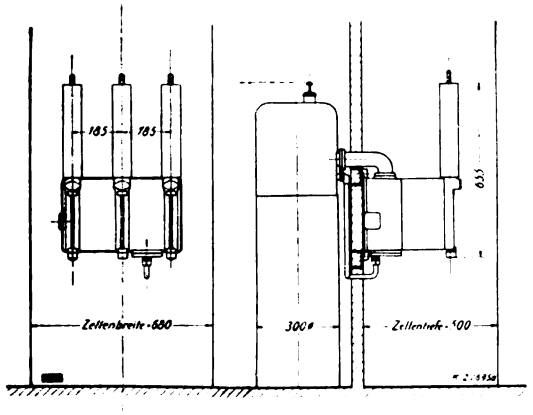


Abb. 1. Druckgasschalter Reihe 10, 350 A, Abschaltleistung 100 MVA mit Druckluftspeicher.

Das Verlangen nach dem wirtschaftlichen öllosen Schalter konnte beim Druckgasschalter, übrigens dem einzigen öllosen Schalter, der das ganze Spannungsgebiet bis 200 kV beherrscht, zunächst nur bei Betriebspannungen von 100 kV an aufwärts, bei kleineren Spannungen nur für Schalter hoher Nennstromstärke erfüllt werden. Dies ergab sich ganz von selbst, als es im Laufe der letzten Jahre gelang, die Zubehörteile des Druckgasschalters, das sind die Lufterzeugungsanlage und die Luftabführung, so zu vereinfachen, daß ihre Anschaffungskosten im Vergleich zu denen des Schalters selbst nur mehr eine untergeordnete Rolle spielen. Bei den andern Schaltern, das sind Druckgasschalter bis 60 kV für normale Nennstromstärken bis 1000 A, ließ sich eine Wirtschaftlichkeit, d. h. geringerer Anschaffungspreis als bei Ölschaltern, nur dann nachweisen, wenn es sich um den Bau einer ganz neuen Station handelte, wo die öllosen Schalter wegen des Fortfallens aller Rücksichtnahmen auf Feuer- und Verqualmungsgefahr wesentliche Ersparnisse an Gebäudekosten ermöglichten. Ein anderer Fall war noch der, wo es sich um den nachträglichen Ersatz veralteter, in ihrer Abschaltleistung zu klein gewordener Ölschalter durch öllose Schalter handelte, wo öllose Schalter ihrer kleinen Abmessungen wegen sich ohne weiteres einbauen ließen, während der Einbau neuzeitlicher Ölschalter kostspielige Umbauten der ganzen Schaltanlage erfordert hätte.

Bei diesem Stand der Angelegenheit blieb der Anwendungsbereich der neuen öllosen Schalterkonstruktionen verhältnismäßig beschränkt. Ein wesentlicher Fortschritt und die Aussicht darauf, in einer nahen Zukunft ganz vom Ölschalter wegkommen zu können, konnte nur dann erwartet werden, wenn es gelang, mit den Preisen ölloser Schalter auf der ganzen Linie annähernd auf den Ölschalterpreis herunterzukommen. Im folgenden soll über einen kleinen Druckgasschalter berichtet werden, der die angedeutete Entwicklung anzubahnen berufen ist.

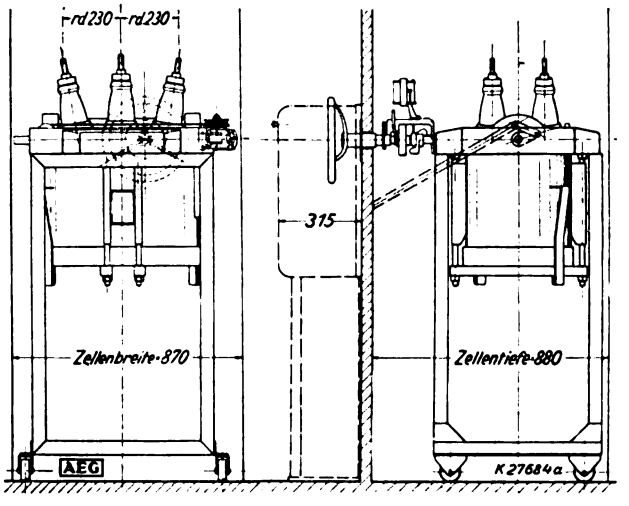


Abb. 2. Ölschalter Reihe 10, 200, 350 und 600 A. 200 MVA Abschaltleistung.

Der Schalter ist zunächst für die Spannungsreihe 10 bestimmt und hat eine Drehstrom-Abschaltleistung von 100 MVA. Er bedeutet konstruktiv eine Weiterentwicklung des von der AEG kürzlich herausgebrachten kleinen Druckgasschalters für 200 MVA Abschaltleistung, über den vor kurzem an anderer Stelle berichtet worden ist[2]. Da dieser Schalter an der genannten Stelle eingehend beschrieben ist, der neue Schalter ihm anderseits in seinem allgemeinen Aufbau sehr ähnlich ist, so kann ich mich im nachfolgenden kurz fassen. Abb. 1 gibt zunächst eine Umrißzeichnung des neuen Schalters. Ein Vergleich mit einem daneben dargestellten Ölschalter (Abb. 2) für eine nur wenig größere Abschaltleistung läßt erkennen, daß es gelungen ist, die äußeren Abmessungen des Schalters außerordentlich zu verringern, so daß man, wenn man noch die bequeme Montage berücksichtigt, dem Schalter neben seinem mäßigen Preis noch eine Reihe weiterer Vorzüge nachsagen kann. Der Schalter gliedert sich, genau so wie wir es beim Ölschalter gewohnt sind, in zwei Teile, den eigentlichen, in der Hochspannungszelle sitzenden Schalter und und den auf der anderen Seite der Abschlußwand im Be-

[1] J. Biermanns, ETZ 1929, S. 1073, 1114; 1930, S. 299; 1932, S. 641, 675. O. Mayr, VDE-Fachbericht 1931, S. 45; ETZ 1932, S. 75, 121. W. Übermuth, Stemag-Nachr. 1930, S. 198; derselbe in Biermanns-Mayr, Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis, Verlag von Julius Springer, Berlin 1931, S. 319. F. Petermichl, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47, S. 905 (1929). K. Rittmeyer in Biermanns-Mayr, Hochspannungsforschg. u. Hochspannungspraxis, S. 275.

[2] W. Übermuth, Die Entwicklung des Druckgasschalters zum wirtschaftlichen Gebrauchsschalter, Z. VDI Bd. 77, S. 40 (1933).

Digitized by Google

dienungsgang untergebrachten Antrieb. Die Grundplatte, die den Antriebzylinder und das Luftverteilungsrohr gleich eingegossen enthält, trägt drei ovale Hartpapierstützer, die an ihrer vorderen Stirnseite die Führung für den Schaltstift tragen. Auf diese Führung ist die eigentliche, aus einem Hartpapierzylinder bestehende Schaltkammer aufgebaut, die durch den als Schaltdüse ausgebildeten festen Kontakt abgeschlossen wird und sich dann gleich als Schalldämpfer einfachster Ausführung fortsetzt. Die Trennstelle ist durch ein (in d. Abb. nicht angegebenes Fenster) sichtbar. Der Schaltstift ist durch einen langen Schlitz im Führungstück in der Ausschaltstellung in seiner ganzen Länge zu sehen. Der Antriebsapparat kann bezüglich seiner Funktion am besten mit einem Federkraftspeicher verglichen werden: statt daß die Arbeit durch Federkraft aufgespeichert wird, verwenden wir im vorliegenden Falle gespannte Luft als Akkumulator, den üblichen Aufzugsmotor vertritt ein gleicher kleiner Motor mit angebautem Kompressor, der im vorliegenden Falle nicht dargestellt ist. Die Verbindungswelle zwischen Antriebsapparat und Schalter ist hier durch zwei kurze Rohrleitungen ersetzt. Die Analogie ist eine vollkommene, die Arbeitsweise eine gleich sichere. Die Antriebsreserve ist noch mehr dadurch erhöht, daß jeder Antriebsapparat mit Hilfe einer Verbindungsrohrleitung für den anderen einspringen kann.

Druckluftantriebe sind in jüngster Zeit für alle Arten von Hochleistungschaltern empfohlen worden. Anerkennt man ihre unleugbaren in der Literatur verschiedentlich mit beredten Worten[3] gepriesenen Vorzüge, dann ist nicht einzusehen, warum nicht mit einer gewissen Erhöhung des Luftverbrauches mit eben denselben Druckluftspeichern auch die Löscharbeit selbst verrichtet werden soll. Eine mehrjährige praktische Erfahrung hat gezeigt, daß noch niemals ein Druckluftschalter deswegen schaltunfähig gewesen wäre, weil das Antriebsmittel, hier also die Druckluft, gefehlt hätte. Es ist merkwürdig, daß hier vereinzelt Bedenken geäußert werden, die in der praktischen Erfahrung keinerlei Stütze finden.

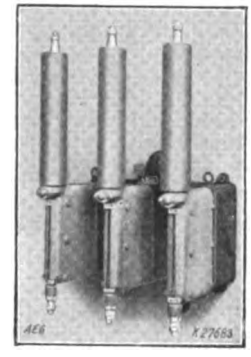


Abb. 3. Druckgasschalter Reihe 10, 350 A, Abschaltleistung 100 MVA.

Das Lichtbild (Abb. 3) eines Druckgasschalters der beschriebenen Art zeigt gleichfalls die geringen Abmessungen und die einfache übersichtliche Bauart. Der nicht mitphotographierte Druckluftantrieb, der auch alle Ventile und Magnetspulen, also sämtliche aus dem Hochspannungsbereich zu ziehenden Teile enthält, ist in seiner Anordnung sehr beweglich. Das Schaltgeräusch ist dank der aufgebauten Schalldämpfer selbst in unmittelbarer Umgebung des Schalters weder bei Leer- noch bei Kurzschlußschaltung irgendwie störend, so daß der Schalter an beliebiger Stelle nicht nur als Anlagenschalter, sondern auch als Einzelschalter Verwendung finden kann. Da der Kompressor den Luftdruck ganz selbsttätig auf der gewünschten Höhe von 5 ··· 8 at hält, stellt der Schalter bezüglich Bedienung und Wartung keine höheren Ansprüche als irgendein Ölschalter bekannter Ausführung.

[3] z. B. J. Sihler, Siemens-Z. Bd. 11, S. 198 (1931).

Verschleißkoeffizient von Kohlebürsten bei zunehmender Abnutzung.

Übersicht. Im Betrieb von Umkehrmotoren mit radial stehenden Bürsten ist auf Grund von Vergleichsmessungen, die in Kurvenform dargestellt sind, festgestellt worden, daß die bekannte Erscheinung des wachsenden Verschleißkoeffizienten der Kohle mit zunehmender Betriebszeit in direktem Verhältnis steht zu einem Wachsen des Kippwinkels im Bürstenhalter beim Kürzerwerden der Bürste. Dadurch ist wohl zwischen diesen beiden Erscheinungen (Wachsen des Kippwinkels und Zunahme des Verschleißkoeffizienten) die direkte Abhängigkeit nachgewiesen.

Es ist für jeden Elektromaschinenpraktiker eine bekannte Tatsache, daß oftmals die spezifische Bürstenabnutzung mit der Zeit, d. h. also mit der Laufdauer der Bürsten zunimmt. Man hat versucht, diese Erscheinung durch Altern der Kohle analog dem Altern von Metallkonstruktionsteilen zu erklären. Irgendwelche Beweise von strukturellen Materialveränderungen an Kohlebürsten, die sehr wohl durch Mikrophotographie zu erbringen wären, sind jedoch nicht geliefert. Nichts liegt daher näher, als nach anderen Ursachen zu suchen, die eine deutlichere, also bessere Begründung dieses Zusammenhanges liefern. Die Firma Schunk & Ebe, Gießen, hat sich ganz allgemein mit dem Prinzip des Bürstenbetriebes beschäftigt und diejenigen Änderungen im Betrieb mit Kohlebürsten zum Gegenstand der Betrachtung gemacht, die mit der stetigen Verkürzung der Bürsten tatsächlich eintreten.

Zunächst wäre an den Halterauflagedruck zu denken. Es ist sicher, daß bei neuen und bei abgenutzten Kohlen der absolute Betrag des Anpressungsdruckes in demselben Halter an sich nicht der gleiche sein kann, jedoch bieten die verschiedenen Nachstellmöglichkeiten, insbesondere die Feineinstellung, hinreichend Gewähr dafür, daß dieser Faktor außer Betracht gelassen werden kann. Es müssen also auch noch andere Umstände wirksam sein.

Um diesen Umständen nachzuspüren, wurden in einem Umkehrbetrieb Feststellungen über die Abnutzung von Bürsten verschiedener Qualität und Herstellung gemacht, zunächst in Abhängigkeit von der Betriebsdauer (Abb. 1). Es sei nun nicht die Frage nach der Wirtschaftlichkeit der verwendeten Kohlenqualität berücksichtigt, sondern nur der Verlauf der Abnutzung betrachtet. Man liest dann aus der Kurve, daß die Abnutzung etwa bis zu 400 Betriebstunden stetig verläuft, von da ab aber rasch zunimmt, so daß dadurch schon nach 600 Betriebstunden die Abnahme des Bürstensatzes bedingt ist, während der anfängliche Verlauf auf die doppelte Betriebszeit hätte schließen lassen. Die Abnutzung der Kohlen ist hier in Abhängigkeit von der Betriebszeit betrachtet; man kann sagen, der Abnutzungskoeffizient, d. h. z. B. die Abnutzung je Betriebsstunde, ist nicht konstant, sondern nimmt mit dem Kürzerwerden der Bürste zu. Der Einfluß des mit dem Kürzerwerden der Bürste abnehmenden Auflagedrucks wurde untersucht und schied auch hier praktisch aus.

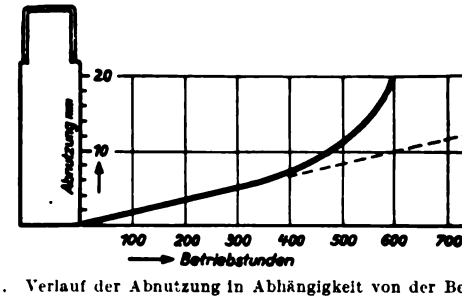


Abb. 1. Verlauf der Abnutzung in Abhängigkeit von der Betriebszeit.

Nun läßt sich aber die Bürstenabnutzung in ihren einzelnen Stadien der Verkürzung noch mit einem anderen Betriebsfaktor in Beziehung bringen, nämlich mit dem Kippwinkel der Bürste im Halter. Es handelt sich im vorliegenden Falle um einen Umkehrbetrieb, bei dem die Drehrichtung häufig wechselt, so daß die Kohle tatsächlich oft so weit wie möglich die volle Kippung im Kasten ausführt. Nach den im vorliegenden Unter-

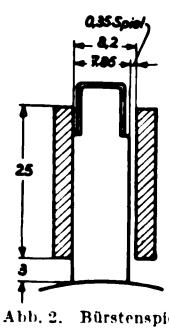


Abb. 2. Bürstenspiel im Radialhalter.

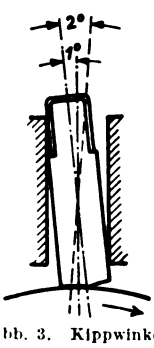


Abb. 3. Kippwinkel bei neuer Bürste.

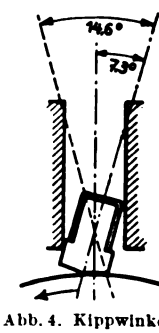


Abb. 4. Kippwinkel bei abgenutzter Bürste.

Digitized by Google

suchungsfalle gemachten Feststellungen (Messungen), wie sie in Abb. 2 eingezeichnet sind, beträgt das größte Spiel zwischen Bürste und Halter 0,35 mm und damit der Kippwinkel einer neuen Bürste aus der Senkrechten nach jeder Seite 1 Winkelgrad (vgl. Abb. 3).

Angesichts der praktischen Unmöglichkeit, eine im Halter gleitende Bürste unter Vermeidung jeglichen Spiels im Halterkasten zu erreichen, muß und kann man sich mit dem Kippwinkel von 1° abfinden. Nun nimmt aber die Größe dieses Winkels mit abnehmender Bürstenlänge ständig und progressiv zu. Er beträgt bei einer abgenutzten Bürste, die abgenommen werden muß, beiderseitig 7,3° (vgl. Abb. 4). Die Kippwinkel, auch die für die Zwischenmaße der Abnutzung, sind aus maßstäblich vergrößerten Zeichnungen bestimmt worden, ihre Abhängigkeit von der jeweiligen Bürstenlänge ist in Abb. 5 dargestellt. Es ist dabei unberücksichtigt gelassen, daß die Bürsten bei Umkehrbetrieb auch eine unvermeidliche Seitenabnutzung erfahren (sich einschlagen in die Haltertaschen) und dadurch — etwas übertrieben gezeichnet — die Gestalt der Abb. 6 annehmen. Dadurch würde der Kippwinkel noch größer. Mit steigender Abnutzung nehmen also die Kippwinkel in stärkerem Maße als nur proportional zu.

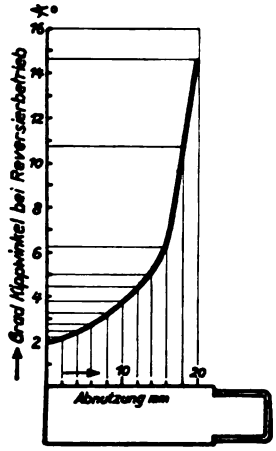


Abb. 5. Zunahme des Kippwinkels mit wachsender Abnutzung der Bürste.

Abb. 6. Mögliche Seitenabnutzung von Kohlebürsten.

Man kann nun die Beziehung zwischen dem Verhalten der Abnutzung entsprechend der Abb. 1 (also das Anwachsen des Abnutzungskoeffizienten) mit dem raschen Anwachsen der Kippwinkel mit wachsender Abnutzung nach Abb. 5 direkt herstellen und für bewiesen halten, daß der starke Anstieg genau dem starken Anwachsen des Kippwinkels entspricht. Es scheint danach sicher zu sein, daß bei Umkehrbetrieben, die ja zu den schwierigsten gehören, das Anwachsen des Bürstenverschleißes mit der Betriebszeit eine Folge des größerwerdenden Kippwinkels der mehr und mehr abgenutzten Bürste in dem Halter ist. *fi*

Die Neuordnung des internationalen Fernmeldeverkehrs auf den Madrider Konferenzen.

Von **H. Gieß**, Ministerialdirektor im Reichspostministerium, Berlin.

Der internationale Telegraphen-, Fernsprech- und Funkverkehr wird zur Zeit durch zwei Regierungsverträge geregelt, den Welttelegraphenvertrag von St. Petersburg (1875) mit seiner auf späteren Verwaltungskonferenzen (zuletzt Brüssel, 1928) revidierten Vollzugsordnung und den Weltfunkvertrag von Washington (1927). Je mehr Technik und Betrieb der drei Zweige des Nachrichtenwesens ineinander übergriffen, um so mehr ergab sich die Notwendigkeit, eine einheitliche Regelung des gesamten internationalen Fernmeldewesens herbeizuführen. Dieser Gedanke nahm zum ersten Male feste Formen an auf einer Konferenz der fünf Großmächte: Vereinigte Staaten von Amerika, Großbritannien, Frankreich, Italien und Japan, die Anfang 1919 in Washington stattfand. Hierbei faßte man den Entschluß, möglichst bald eine internationale Konferenz zur Beratung von Vorschlägen einzuberufen, die es ermöglichten, „der ganzen Welt die Nachrichtenmittel auf einer gerechten, unparteiischen Grundlage zur Verfügung zu stellen". In der Tat traten die genannten Länder am 3. X. 1920 zu einer Vorbesprechung zusammen, in der man die Vereinigung des Welttelegraphen- mit dem Weltfunkvertrag zu einem einheitlichen Gebilde und die Gründung einer „Union Universelle des Communications Electriques" beschloß und bereits eingehende Vorschläge zur Durchführung dieses Planes entwarf. Die Union kam nicht zustande. Es wurden die Welttelegraphenkonferenz zu Paris (1925) und die Weltfunkkonferenz in Washington (1927) abgehalten, auf denen man sich darauf beschränkte, den Wunsch nach einer Vereinigung beider Verträge auszusprechen.

In Madrid ist es jetzt zum Abschluß der „Convention internationale des télécommunications" (Weltnachrichtenvertrag) und zur Gründung der „Union internationale des télécommunications" (Weltnachrichtenverein) gekommen. Die Madrider Konferenzen — man hielt getrennte Tagungen für den Welttelegraphen- und den Weltfunkvertrag ab — sind die umfangreichsten, die auf dem Gebiete des Fernmeldewesens bisher stattgefunden haben. Rund 700 Bevollmächtigte von 80 Regierungen und Vertreter von 85 Gesellschaften und Organisationen haben vom 3. IX. bis zum 10. XII. 1932 verhandelt, um auf der Grundlage der zur Änderung der jetzigen Vereinbarungen gemachten rd. 3450 Vorschläge (davon 3000 vor, 450 während der Konferenzen) den neuen Einheitsvertrag aufzubauen.

Das Madrider Vertragswerk besteht aus dem eigentlichen Vertrag (Convention) und 3 Vollzugsordnungen (Règlements), je eine für Telegraphie, Fernsprechwesen und Funk. Dieser Aufbau entspricht einer alten Übung in den Verträgen des internationalen Fernmeldewesens. Der erste internationale Telegraphenvertrag ist der in Dresden am 25. VII. 1850 zwischen Preußen, Bayern, Sachsen und Österreich (Deutsch-Österreichischer Telegraphenverein) abgeschlossene, bei dem sämtliche Vereinbarungen im Vertrage selbst Aufnahme fanden. Schon auf der dritten Konferenz der Vereins in Berlin (September 1853) und besonders auf der nächsten Tagung in Stuttgart (Oktober 1857) ließ man eine Trennung der Vorschriften eintreten. Die allgemeinen rechtlichen Beziehungen zwischen den vertragschließenden Ländern sowie die grundsätzlichen Bestimmungen wurden in dem eigentlichen Vertrag, die Betriebsvorschriften in einem Règlement untergebracht. Diese Vertragskonstruktion wurde von der ersten Welttelegraphen-Konferenz in Paris (Mai 1865) übernommen und bis zur Konferenz von St. Petersburg beibehalten. Hier schloß man am 10./22. VII. 1875 den noch jetzt gültigen Welttelegraphenvertrag (einen Regierungsvertrag) ab, dessen „Règlement" (Vollzugsordnung — VO —) dann auf späteren Verwaltungskonferenzen der Entwicklung der Technik und des Betriebes sowie den Anforderungen des Verkehrs angepaßt wurde.

Das Bedürfnis, den Vertrag von St. Petersburg zu ändern, hatte man schon lange empfunden (in ihm ist z. B. das Fernsprechwesen noch nicht erwähnt), schon in Lissabon (1908) hatte man darüber verhandelt. Indessen scheiterte die Durchführung daran, daß die Welttelegraphenkonferenzen vertragsgemäß von Abgeordneten der Verwaltungen beschickt waren, die den von den Regierungen abgeschlossenen Vertrag nicht ändern konnten. Für Madrid erst waren alle Vorbereitungen und Maßnahmen getroffen, um nicht nur den alten Vertrag zu ändern, sondern auch einen einheitlichen Vertrag für das gesamte Fernmeldewesen abzuschließen.

Der Madrider „Vertrag" enthält in 5 Kapiteln die grundsätzlichen Vereinbarungen über die Organisation und Tätigkeit des Weltnachrichtenvereins, über beratende Ausschüsse und das internationale Büro (in Bern), über die Abhaltung späterer Konferenzen, allgemeine Bestimmungen über den Fernmeldedienst, wie Nachrichtengeheimnis, Herstellung und Benutzung der Anlagen, geheime Sprachen, Abrechnung usw.; ferner eine Anzahl von Bestimmungen für das Funkwesen. Die letzteren sind auf Wunsch der V. S. Amerika in den Vertrag aufgenommen worden; sie sind indessen nur für die Länder bindend, welche die VO für Funk unterschreiben. Jedes Land, das dem neuen Weltnachrichtenverein beitreten will, muß neben dem Vertrag mindestens eine der drei VO unterzeichnen. Von fast allen Ländern wurden die drei VO vollzogen. Nur die V. S. Amerika und Kanada sind wegen ihrer Bindungen gegenüber den Betriebsgesellschaften in ihren Ländern nicht in der Lage, die VO für Telegraphie und Fernsprechdienst zu unterschreiben, sie besitzen keine eigenen Telegraphenverwaltungen und waren deshalb auch bisher nicht Mitglieder des Welttelegraphenvereins.

Digitized by Google

Die Bestimmungen des Vertrages bringen keine grundsätzlichen Neuerungen gegenüber den bisherigen. Die künftigen Konferenzen finden alle 5 Jahre statt (die nächste 1937 in Kairo), dabei werden die Telegraphen- und die Funkkonferenz gleichzeitig und an demselben Ort, aber unabhängig voneinander abgehalten. Die Bestimmungen über die beratenden Ausschüsse (CCI) wurden in der Weise geändert, daß man die Organisation des CCI für Fernsprechwesen (künftig CCIF genannt) grundsätzlich bestehen ließ, Aufbau und Aufgabenkreis der CCI für Telegraphie (CCIT) und Funk (CCIR) aber einander anglich, soweit es durchführbar erschien. Der CCIF setzt seine Vollversammlungen selbständig fest, der CCIT soll grundsätzlich alle 2 Jahre, der CCIR alle 5 Jahre — zwischen zwei Weltkonferenzen — tagen, indessen ist die Möglichkeit vorgesehen, ihn auch unmittelbar vor einer solchen einzuberufen.

Eine wichtige Bestimmung fehlt in dem neuen Vertrag, die Festsetzung, mit wieviel Stimmen jedes Land in den Vollversammlungen der Konferenzen zu stimmen habe. (Wenn in Kommissionen beraten wird, verfügt jede Delegation über eine Stimme.) Der Telegraphenvertrag verlieh bei Verwaltungskonferenzen jedem Lande 1 Stimme. Der Funkvertrag von London (1912) bestimmte das gleiche für Regierungskonferenzen, gewährte jedoch Ländern mit Kolonialbesitz 1 ··· 5 Zusatzstimmen. Schon in Washington hatte man sich über die Stimmenzahl nicht einigen können, man hatte für die Konferenz selbst die alten Londoner Bestimmungen angewandt und die künftige Regelung diplomatischen Verhandlungen überlassen, die dann zu keinem endgültigen Ergebnis geführt hatten. Auch in Madrid wurde für den Einheitsvertrag keine endgültige Regelung erzielt. Man einigte sich nach langen Erörterungen dahin, daß für die Madrider Konferenzen selbst jedes Land eine Stimme, Länder mit Kolonien für deren Gesamtheit eine weitere Stimme haben sollten. Deutschland gestand man Gleichberechtigung mit Kolonialländern, also 2 Stimmen, zu. Die Regelung für die Zukunft wird die Regierung der V. S. Amerika auf dem diplomatischen Wege übernehmen.

Sehr langwierige Verhandlungen verursachte auch die Frage, welcher Sprache man sich zur Abfassung von Vertrag, Dokumenten usw. sowie bei den Verhandlungen bedienen sollte. Seither war das Französische amtlich die Einheitssprache, wenn man auch praktisch bei den Verhandlungen bereits Englisch zugelassen hatte. In Madrid beantragten die englisch redenden Länder die Zulassung des Englischen als zweite amtliche Sprache. Man konnte dem nicht zustimmen, weil jedes andere Land das gleiche für seine Sprache zu verlangen berechtigt war (in der Tat wurde die gleichmäßige Zulassung von Italienisch, Deutsch, Spanisch und Portugiesisch beantragt) und weil die Kosten für das Berner Büro sich außerordentlich gesteigert hätten. Daher kam es zu der Vereinbarung: Einsprachigkeit (Französisch) für Dokumente — Französisch und Englisch, aber auch jede andere Sprache, bei den Verhandlungen. Praktisch wurden nur Französisch und Englisch angewandt.

Der Vertrag mit den VO tritt am 1. I. 1934 in Kraft.

Von den drei VO ist diejenige für das Fernsprechwesen neu, ihre Bestimmungen bildeten bisher den Art. 72 der VO zum Welttelegraphenvertrag. Die jetzige VO für Telegraphie ist in gründlichster Weise durchgearbeitet worden, ihre Bestimmungen sind den Fortschritten der Technik und den Verbesserungen angepaßt worden, die sich in den letzten 7 Jahren seit der Pariser Konferenz (1925) eingeführt haben. Hierbei seien erwähnt: die Benutzung von Fernkabeln für Telegraphierzwecke, Annahme eines Einheitsalphabets für Springschreiber, erweiterte Verwendung des Fernsprechers zur Beförderung von Telegrammen. — Verboten ist künftig, Telegramme streckenweise mit der Post zu übermitteln, wenn zwischen Aufgabe- und Bestimmungsland eine telegraphische Verbindung besteht. — Völkerbundstelegramme in Krisenzeiten genießen Vorrang. — Für Unbestellbarkeitsmeldungen wurden Abkürzungen vereinbart. Die Gebühr für dringende Telegramme wurde auf den doppelten (bisher dreifach) Betrag der gewöhnlichen ermäßigt. — Vorschriften über Bild-, Schmuckblatt- (Lx-) und Glückwunsch- (XLT-) Telegramme wurden in die VO aufgenommen. — Für die Presse richtete man dringende Telegramme zur einfachen Taxe eines gewöhnlichen Telegramms ein.

Als die bei weitem wichtigste Neuerung ist die Regelung der künftigen Abfassung der Telegramme in verabredeter Sprache (Code) anzusehen. Auf diesem Gebiete waren seit 7 Jahren Bestrebungen nach einer Vereinfachung und Vereinheitlichung im Gange. Zuletzt, auf der Welttelegraphenkonferenz in Brüssel (1928) hatte man sich auf zwei Gattungen verabredeter Wörter geeinigt: Klasse A mit 10 und Klasse B mit 5 Buchstaben. In Madrid ließ man die Klasse A wegfallen und ermäßigte gleichzeitig die Gebühren für die Klasse B von 66⅔ % der vollen Gebühren im außereuropäischen Vorschriftenbereich auf 60 % und von 75 auf 70 % im europäischen.

In die VO für das Fernsprechwesen sind grundlegende neue Bestimmungen nicht aufzunehmen gewesen. Man konnte sich darauf beschränken, die jetzigen im Art. 72 der VO (Paris) zum Welttelegraphenvertrag enthaltenen Vorschriften den Verhältnissen der Jetztzeit anzupassen und gleichzeitig die Empfehlungen des CCI zu berücksichtigen. Für diesen hat man eine Geschäftsordnung vereinbart und der VO als Anlage beigefügt.

Die dritte VO, die den Funkverkehr regelt, besteht aus zwei Abteilungen, der „Allgemeinen VO" und der „Zusatz-VO". Wie oben angedeutet, weicht die Gesetzgebung in den V. S. Amerika und in Kanada von derjenigen der übrigen Länder ab; sie erlaubt es nicht, den privaten Betriebsgesellschaften von Staats wegen die Befolgung gewisser Vorschriften über Gebühren und Betriebsabwicklung aufzuerlegen. Man hat diese für die übrigen Länder gültigen Bestimmungen daher in der „Zusatz-VO" vereinigt, die von den V. S. Amerika und von Kanada nicht unterzeichnet wurde. Weitaus den breitesten Raum in den Verhandlungen über das Funkwesen nahm die Verteilung der Wellen in Anspruch. In der Konferenz von Washington hatte man einen Wellenverteilungsplan vereinbart, der für die einzelnen Funkdienste besondere Wellenbänder vorsah. Dieser Plan hatte sich in den 5 Jahren seit Washington recht gut bewährt, und man hat ihn in Madrid — mit einzelnen Verschiebungen von Wellenbändern — im großen und ganzen beibehalten. Man ist dabei, wie es auch den Notwendigkeiten der Wirtschaftlichkeit und des Betriebes entspricht, von dem Grundsatz ausgegangen, nur dringend nötige Änderungen durchzuführen, damit jede vermeidbare Umstellung der Funkstellen und des Betriebes auf neue Wellen unterblieb. Dem Rundfunk hat man im Bereich der längeren Wellen 41 kHz und im Bereich der mittleren Wellen 10 kHz neu zugewiesen. Man hofft, damit einer Lösung der sehr schwierigen Frage der Verteilung der Wellen für die Rundfunksender näher zu kommen. Dabei soll von dem Grundsatz ausgegangen werden, daß jedes Land die Befriedigung der nationalen Rundfunkbedürfnisse innerhalb seiner eigenen Grenzen soll beanspruchen dürfen. Am brennendsten ist diese Frage bekanntlich in Europa. Da in Madrid — wie s. Z. in Washington — lediglich die Wellenbänder für die einzelnen Dienste vereinbart worden sind, wird man sich — ähnlich wie s. Z. in Prag — im Mai/Juni d. J. in der Schweiz zu einer Konferenz der Länder der „Europäischen Region" zusammenfinden, auf der nach besonders bereits festgelegten Richtlinien die Wellen vereinbart werden sollen, die von den Rundfunksendern künftig zu benutzen sind. Zu der europäischen Region gehören: Deutschland, Österreich, Belgien, Vatikanstadt, Schweiz, Dänemark, Danzig, Ägypten, Spanien, Spanisch-Marokko, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Griechenland, Ungarn, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Marokko, Norwegen, Niederlande, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Tschechoslowakei, Tripolis, Tunis, Türkei, Rußland bis zum 40. Längengrad und Jugoslawien.

In den übrigen Teilen der Funk-VO sind wichtige Änderungen vorgenommen und Neuerungen eingefügt worden. Der zunehmende Verkehr hat es nötig gemacht, den Austausch von Funktelegrammen auf der Seenotwelle nach Möglichkeit einzuschränken, um den Notverkehr selbst nicht zu beeinträchtigen. Hierzu wurden 11 über die Weltmeere verteilte Zonen festgelegt, innerhalb deren lediglich die Übermittlung eines einzigen kurzen Funktelegrammes auf der Notwelle gestattet ist. — Die Sicherheit zur See ist dadurch erhöht worden, daß dem Notanruf künftig das „Alarm"-Zeichen voranzusetzen ist, das die selbsttätigen Empfangsgeräte („Auto-Alarm") auslöst. — Erstmalig wurde der Funkfernsprechverkehr mit kleinen Schiffen eingehend geregelt. Um ihn zu fördern, können Funker mit dem einfachen Zeugnis für Funkfernsprecher künftig auch Fernsprechsender mit einer höheren Eingangsleistung (600 W) bedienen. — Die Bestimmungen über Rufzeichen und die Rufzeichenliste wurden dem erhöhten Bedarf angepaßt; neu ist, daß feste Funkstellen künftig für jede von ihnen verwendete Frequenz ein besonderes Rufzeichen verwenden dürfen. — Die Vorschriften über das Betriebsverfahren im „beweglichen Dienste" (d. h. mit Schiffen und Luftfahrzeugen) wurden gründlich revidiert und klarer gefaßt. — Die Bestimmungen für die Prüfungen und Zeugnisse der Funker wurden vereinfacht, z. T. gemildert. — Die Küsten- und Bordgebühren für Presse-

Digitized by Google

und Wettertelegramme wurden um 50 % ermäßigt. — Die Verzeichnisse der Funkstellen, die das Berner Büro herausgibt, sind erheblich vereinfacht worden. — Neu ist eine Frequenzenliste, die auch über den Zeitpunkt Aufschluß gibt, zu dem eine Frequenz beim Berner Büro notifiziert worden ist. — Vereinfacht wurden ferner die Bestimmungen über die Prüfung der Funkstellen auf Schiffen und Luftfahrzeugen in fremden Ländern durch deren Beamte; hier soll eine Prüfung durch diese künftig unterbleiben, wenn eine Abschrift der Genehmigungsurkunde für die Funkstelle im Funkraum ausgehängt ist.

Erwähnt sei schließlich noch, daß, wie in Washington, auch in Madrid die Vertreter der Hauptschiffahrtsländer sich mit dem „Internationalen Signalbuch" befaßt haben; eine große Anzahl von Einzelbestimmungen wurde vereinbart. Es ist in Aussicht genommen, das neue Signalbuch mit dem neuen Weltnachrichtenvertrag am 1. I. 1934 in Kraft treten zu lassen. Man hat sich auch für die Bildung eines ständigen Ausschusses in London ausgesprochen, dessen Aufgabe es ist, das Internationale Signalbuch dauernd auf dem laufenden zu halten, und der nach Bedarf zusammentreten soll.

Die Elektrizitätswirtschaft Lettlands.

Von Albert Upmalis, Riga.

Übersicht. Es wird berichtet über die Entwicklung der Kraftwerke, die Produktion sowie den Verbrauch der elektrischen Arbeit, die Einnahmen aller Kraftwerke und die finanziellen Ergebnisse und Stromtarifarten des Rigaer Kraftwerks.

Die Elektrizitätswirtschaft Lettlands ist noch sehr jung. Vor dem Kriege waren nur drei öffentliche Werke — in Riga, Libau und Dünaburg — in Betrieb. Zur Zeit werden in Lettland im ganzen 65 Elektrizitätswerke mit der Gesamtleistung von 52 000 kW betrieben. Von der installierten Gesamtleistung sind 4 % in Wasserkraftstationen und 93 % in Dampfkraftstationen eingebaut, während der Rest von 3 % auf mit Verbrennungsmaschinen ausgerüstete Werke entfällt. Das Kraftwerk der Stadt Riga bildet die größte Einheit mit einer Gesamtleistung von 35 100 kW. Die mittleren Leistungen aller Kraftwerke sind aber viel kleiner und betragen für Werke, welche mit Dampfturbinen ausgerüstet sind, rd. 2393 kW, für Werke mit Kolbendampfmaschinen 86 kW, mit Verbrennungsmotoren 44 kW und bei Wasserkraftwerken 52 kW. Die auf je einen Einwohner entfallende installierte Leistung beträgt zur Zeit 0,02 kW und die jährlich verbrauchte elektrische Arbeit im ganzen Lande macht 54 kWh auf jeden Einwohner aus, in Riga allein aber 172 kWh. Die mittlere Benutzungsdauer aller Kraftwerke im Jahre 1930 war 1833 h, die des Rigaer Kraftwerks 2185 h.

Die Produktionsentwicklung der elektrischen Arbeit für das ganze Land ist aus folgender Zusammenstellung zu sehen:

Produktion in 1000 kWh im Jahre	mit Wasserkraft	thermisch	zusammen	Dynamomaschinen		Länge der Freileitungen		Länge des Kabelnetzes	
	1000 kWh	1000 kWh	1000 kWh	Zahl	Leistung kW	Hochsp. km	Niedersp. km	Hochsp. km	Niedersp. km
1928	1536	66 959	68 495	74	37 000	1079	610	374	295
1929	1987	78 549	80 536	104	38 000	1744	885	430	335
1930	2745	92 163	94 908	110	49 050	2306	983	486	372
1931	2489	93 904	96 393	94	52 000	2048	1025	538	399

Der Stromverbrauch und die Einnahmen der Elektrizitätswerke in RM[1] in derselben Zeitspanne waren folgende:

Jahre	Einheiten	Verbrauch für					zusammen	Zahl der Verbraucher	
		Straßenbeleuchtung	Straßenbahnbetrieb	Beleuchtung und Haushalt	Industrie	Landwirtschaft		im ganzen	in Städten und Orten
1928	1000 kWh	1388	7804	17 131	26 483	62	52 868	83 758	74 431
	1000 RM[1]	192	497	4 086	3 074	15	7 864		
1929	1000 kWh	1937	10 461	23 005	37 860	99	73 362	89 175	83 913
	1000 RM	372	653	5 589	3 124	26	9 764		
1930	1000 kWh	2051	9 854	25 346	44 754	101	82 109	106 475	102 008
	1000 RM	258	670	6 159	3 320	25	10 432		
1931	1000 kWh	2226	9 332	25 714	44 684	86	82 042	114 831	109 774
	1000 RM	280	572	6 046	3 602	26	10 526		

Von der Gesamtmenge der erzeugten elektrischen Arbeit entfallen 75 % auf die Stadt Riga, außerdem größere Mengen auf Libau und Dünaburg, während alle übrigen Kraftwerke unbedeutende Arbeitsmengen liefern.

Die Entwicklung des Rigaer Kraftwerks ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Jahre	installierte Leistung kW	Produktion 1000 kWh	Anschlüsse in einzelnen Häusern
1918	4 000	4 700	?
1923	9 300	18 201	4106
1927	27 300	44 504	6548
1930	35 100	76 742	8973

[1] 1 RM = 1,25 Lats = 125 Santim.

Von 95 910 bewohnten Wohnungen Rigas waren im Jahre 1930 bereits 60 960 Wohnungen bzw. 64 % an das städtische Stromnetz angeschlossen; von 6400 Industrieunternehmungen können 5594 bzw. 87 % als elektrisiert betrachtet werden.

Die finanziellen Ergebnisse des Rigaer Kraftwerks im Jahre 1932 waren folgende:

Die Einnahmen			7 600 000 RM
Die Ausgaben: Verwaltungsausgaben	540 566 RM		
Unterhaltung des Kraftwerks	756 434 „		
Unterhaltung des Stromnetzes	256 721 „		
Andere Ausgaben	48 000 „		1 601 721 „
		Gewinn	5 998 279 RM.

Eine zielbewußte Tarifpolitik wird nur in Riga und anderen größeren Städten, welche die Rigaer Tarife unverändert oder etwas verändert übernommen haben, geführt. Die im Lande verstreuten Zentralen verkaufen ihren Strom meistens nach einfachem Zählertarif zu einem festen Preis bis zu 70 Pf/kWh. Das Kraftwerk Riga verkauft seinen Strom nach 16 verschiedenen Tarifen.

Haushalts-Tarif „M". Für die Wohnungen in Abhängigkeit von ihrer Gesamtfläche und von dem Verbrauchsmonat ist ein Minimalverbrauch zu 32 Pf/kWh im Monat und Jahr bestimmt. Jede weitere kWh wird zu 16 Pf berechnet.

Haushalts-Doppeltarif „M D". Jeder Verbraucher, der die elektrische Arbeit nach dem Haushalts-Tarif „M" bezieht, hat Recht auf einen Doppeltarif-Zähler, falls er sich verpflichtet, die von dem Tarif „M" bestimmte doppelte Minimalverbrauchsnorm und noch 150 kWh pro Jahr zu entnehmen. Nach diesem Tarif zahlt der Verbraucher für die in den Abendstunden bis 22 h verbrauchte Arbeit nach dem Tarif „M". Die in anderen Tages- oder Nachtstunden verbrauchte Arbeit wird zu 8 Pf/kWh berechnet. Falls aber der Verbraucher seinen Verpflichtungen nicht nachkommen kann, werden von ihm 8 Pf für jede weniger verbrauchte kWh einkassiert.

Beleuchtungs-Tarif „A". Für Warenhäuser, Büros, Hotels, Krankenhäuser, Treppenräume, Reklameschilder, städtische Theater und alle anderen Unternehmungen, die elektrische Arbeit ausschließlich für Beleuchtungszwecke verwenden, sind folgende Strompreise bestimmt: Die in einem Kalenderjahr verbrauchten er-

Digitized by Google

sten 100 kWh zu 30,4 Pf/kWh, die weiteren 101 ··· 250 verbrauchten kWh zu 24 Pf/kWh und die restlichen kWh zu 20,8 Pf/kWh.

Beleuchtungs-Doppeltarif „DA I". In den Warenhäusern werden Doppeltarif-Zähler aufgestellt gegen die Verpflichtung, mindestens 1200 kWh pro Jahr zu verbrauchen, wobei die von 6 ··· 19 h verbrauchte Arbeit nach dem Tarif „A" berechnet wird, von 19 ··· 6 h aber mit 8 Pf/kWh und jede weniger verbrauchte kWh mit 8 Pf.

Beleuchtungs-Doppeltarif „DA II". Die Verbraucher, welche das Recht haben, die elektrische Arbeit nach dem Tarif „A" zu beziehen, und die sich verpflichten, auf jeden aufgestellten Zähler wenigstens 3600 kWh jährlich zu verbrauchen, zahlen für den in den Abendstunden bis 22 h verbrauchten Strom nach dem Tarif „A", aber für den in anderen Stunden verbrauchten Strom 8 Pf/kWh und für jede weniger verbrauchte kWh 8 Pf.

Dreifacher Tarif „TM". Falls diejenigen Verbraucher, die den Strom nach dem Tarif „MD" beziehen und den Strom zur Warmwasserspeicherung, Laden von Akkumulatoren, Heizung oder ähnlichen Zwecken verbrauchen und falls sie garantieren, den durch den Tarif „MD" festgelegten Minimalverbrauch wenigstens mit 600 kWh jährlich zu überschreiten, zahlen für den in den Abendstunden bis zu 22 h verbrauchten Strom nach dem Tarif „M", in den Nachtstunden von 22 h bis 6 h 5,6 Pf/kWh, in anderen Stunden 8 Pf/kWh.

Luxustarif „LA". Jede verbrauchte kWh kostet 60 Pf.

Nach diesem Tarif beziehen den Strom: 1. Theater (mit Ausnahme der städtischen), Kinos, Zirkus. 2. Restaurants, Klubs, Vereinigungen und alle anderen Vergnügungslokale, wobei die unter 2. genannten Unternehmungen den Strom nach dem Doppelzählertarif beziehen können, nach welchem der in den Abendstunden bis zu 22 h verbrauchte Strom 60 Pf/kWh hostet, in den anderen Stunden aber 40 Pf/kWh.

Luxustarif „LB" berücksichtigt Vergnügungslokale ohne alkoholische Getränke und legt einen Preis von 40 Pf/kWh fest.

Kraft- und Industrietarif „S". Die ersten 60 kWh, welche in einem Unternehmen von 1 kW der maximalen Belastung während einer Aufnahmeperiode verbraucht werden, werden zu 14,4 Pf/kWh berechnet, der Mehrverbrauch zu 9,6 Pf/kWh.

Kraft-Doppeltarif „SN", Tagestarif von 6 bis 22 h. Die ersten 40 kWh, welche in einem Unternehmen von 1 kW der maximalen Belastung während einer Aufnahmeperiode verbraucht werden, werden zu 14,4 Pf/kWh berechnet, der Mehrverbrauch zu 9,6 Pf/kWh.

Nachttarif von 22 h bis 6 h: Die ersten 20 kWh werden zu 8 Pf/kWh berechnet, der Mehrverbrauch zu 5,6 Pf/kWh.

Hochspannungstarife „SA" und „SN". Die Preise für hochgespannten Strom werden nach dem gewöhnlichen Krafttarif „SA" und „SN" berechnet, ein Rabatt von 10 ··· 12 % ist vorgesehen.

Außer den genannten Tarifen bestehen noch einige Krafttarife und zwei Pauschaltarife. Nach dem Pauschaltarif sind für jedes kW und Jahr in Wohnungen 640 RM und in Warenhäusern 448 RM zu zahlen.

Den Großkraftabnehmern sind noch besondere Rabatte nach der Höhe des Verbrauchs von 3 ··· 20 % vorgesehen.

Die nach diesen Tarifen im Jahre 1932 in Riga erreichten mittleren Strompreise waren folgende:

Tarif	Der mittlere Strompreis Pf/kWh
Haushalts-Tarif	22
„ Doppeltarif	14
Beleuchtungs-Tarif	24
„ Doppeltarif	14
Luxustarif	52
Kraft- und Industrietarife	5,2 12,8 10,8 10

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 324.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Elektrizitätszählerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\overline{|161|}$, die Form MG 1, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von der **Firma Paul Firchow Nachfgr. - Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin** und von der **Firma Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.**

Berlin-Charlottenburg, den 9. XI. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

System $\overline{|161|}$,

die Form MG 1, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von der Firma Paul Firchow Nachfgr.-Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin und von der Firma Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form MG 1 dienen zur Messung der verbrauchten elektrischen Arbeit bei beliebig verteilter Belastung und bei jeder Phasenverschiebung in Drehstromanlagen mit und ohne Nulleiter. Sie können für Nennstromstärken von 1 bis 30 A, für Nennspannungen bis 500 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) sind Induktionszähler mit drei übereinander angeordneten Triebsystemen, von denen jedes auf eine besondere Triebscheibe *a* wirkt. Die obere und die untere der drei Triebscheiben *a* wird je durch einen (in der Abbildung nicht eingezeichneten) Dauermagneten gebremst. Die Polflächen der Stromeisenzinken sind durch aufgesetzte (in der Abbildung nicht eingezeichnete) Blechstücke vergrößert. In jedem System wird der motorisch wirksame, die Triebscheibe durchsetzende Teil des von der Spannungsspule erzeugten Kraftlinienflusses durch eine um die Ankerscheibe herumgreifende Eisenzunge *e* zum Spannungseisen zurückgeführt. Ein Teil dieser Zunge ist aus einem Bimetallstreifen hergestellt, um die Abhängigkeit der Zählerangaben von Temperaturänderungen herabzusetzen, indem bei steigender bzw. fallender Temperatur der Luftspalt zwischen der Ankerscheibe und der Zunge *e* vergrößert bzw. verkleinert wird. Durch einen Anschlag ist dabei die Annäherung der Zunge an die Scheibe begrenzt. Die 90 °-Phasenabgleichung jedes der drei Systeme erfolgt durch den Doppelflügel *f* aus Kupferblech,

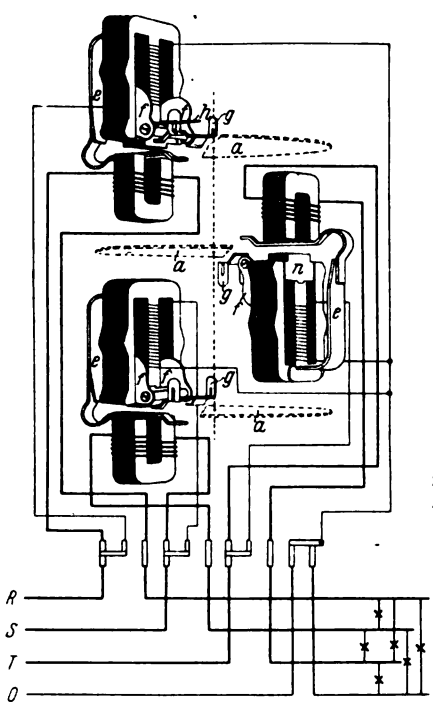


Abb. 1.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 723.

Digitized by Google

der in dem Spalt des magnetischen Nebenschlusses n des Spannungseisens verstellbar angeordnet ist. Als Reibungskompensation ist an den drei Spannungseisen je ein drehbarer schwalbenschwanzförmiger Eisenflügel g angebracht. Die drei Hauptstromeisen sind zwecks Abgleichung der drei Triebsysteme auf gleiche Zugkraft verschiebbar angeordnet. Zur Verhütung von Leerlauf dient ein an der Ankerachse sitzendes Eisendrähtchen, das von einem am Spannungseisen des oberen Systems sitzenden verbiegbaren Streublech h angezogen wird.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler (in Drehstromanlagen mit Nulleiter) ist aus der Abbildung ersichtlich.

4. Eigenschaften.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennlast und der Frequenz 50 Hz etwa 9,3 bis 10,1 cmg. Der Anlauf erfolgte bei induktionsloser Drehstrombelastung mit etwa 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 72 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu 33 bis 35 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 110/190 V Nennspannung etwa $3 \times 0{,}47$ W und bei 260/450 V Nennspannung etwa $3 \times 0{,}51$ W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa $3 \times 0{,}51$ W und bei 30 A Nennstromstärke auf etwa $3 \times 1{,}37$ W bei der Frequenz 50 Hz.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Pumpspeicherwerk Waldeck (Bringhausen) der Preußenelektra. — Im Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraft-Verband sprachen am 26. I. d. J. Ministerialrat Heyden und Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Bartel zum Bau desselben und zu seiner Einfügung in den Betrieb der Gesellschaft. — Zur richtigen Einstellung für den wirtschaftlichen Wert des Pumpspeicherwerks gab Min.-Rat Heyden zunächst einen Überblick zur Entstehung der Preußenelektra, die am 31. X. 1927 aus dem Zusammenschluß der Preußischen Kraftwerk „Oberweser" AG., der Großkraftwerk Hannover AG. und der Gewerkschaft Großkraftwerk Main-Weser hervorgegangen ist. Der Staat Preußen gelangte zu einer Betätigung in der Elektrizitätswirtschaft durch die Förderung der Binnenschiffahrt (Bau des Mittellandkanals) und durch die Sicherung gegen Hochwasserschäden (Edertalsperre). Kraftwerke wie Dörverden, Hemfurth waren im Gefolge, um die geschaffenen Wasserkräfte auszunutzen. Doch der Abfallstrom mußte abgesetzt werden. So entstanden eigene Versorgungsgebiete wie Anschluß an bestehende Elektrizitätsunternehmen (Nordwestdeutsche Kraftwerke AG., Hamburg). Um den Produktionsgang von der Erzeugung des Stromes bis zu seiner Abgabe an den Verbrauch in dem ganzen Versorgungsgebiet einheitlicher und preiswerter zu gestalten, ging man 1929 dazu über, für abgegrenzte Stromversorgungsgebiete Stromversorgungsgesellschaften zu bilden. Im Norden entstand die Schleswig-Holsteinische Stromversorgungs AG. An diese schließen sich die Hannover-Braunschweigische, Weser-Ems, Nienburger Stromversorgungs AG., die Elektrizitäts-AG. Mitteldeutschland-Kassel an. Durch dies ganze Gebiet zieht sich vom Norden nach Süden als Sammelschiene die 220 kV-Leitung Borken—Lehrte, an der alle Kraftwerke mit den verschiedensten Energiequellen liegen. Im Norden das Torfkraftwerk Wiesmor, dann das Wasserkraftwerk Dörverden (2400 kW), das Dampfkraftwerk Ahlem auf der Steinkohle (50 000 kW), das Laufwasserkraftwerk an der Werra (3320 kW), das Dampfkraftwerk Borken auf der Braunkohle (52 800 kW), die Kraftwerksgruppe an der Edertalsperre mit Hemfurth I und II und Affoldern (3200 kW), das von Hemfurth I ferngesteuert wird, die Mainkraftwerke Mainkur, Kesselstadt, Krotzenburg (5520 kW), das Schwelkraftwerk Wölfersheim (Hefrag). Ferner sind Kupplungen vorhanden mit dem RWE, VEW, HEW und Bayernwerk (Austausch von Braunkohlenstrom gegen Wasserspitzenstrom). — An Hand einer Tagesbelastungskurve wurde das planmäßige Einsetzen der Kraftwerke nach den Anweisungen der Lastverteilungstelle gezeigt. Die Spitzen werden aus der Edertalsperre gedeckt, deren Kraftwerksleistung sehr wertvoll ist, aber von der Beckenfüllung abhängt (Höchstleistung 30 000 kW). Vielfach mußte zur Spitzendeckung das Kraftwerk Borken herangezogen werden, was eine Verteuerung im Gefolge hat und die Wärmewirtschaft in Borken ungünstig beeinflußt. So entschloß man sich 1930 zum Bau des Pumpspeicherwerks Waldeck (Bringhausen) (Abb. 1), um der in der Gesellschaft zusammengefaßten Elektrowirtschaft bedeutende Vorteile eines wirtschaftlichen Kraftausgleichs zu sichern. Dies bestätigte sich bereits, als 1931 der erste Maschinensatz von 30 000 kW im Werk Waldeck in Betrieb kam. Die Energie Borkens wird in der Nacht benutzt, um Wasser in Waldeck hochzupumpen, das am Tage zur Erzeugung von Spitzenstrom ausgewertet wird. Als Vorteile des Speicherwerks wurden angeführt: 1. günstige Lage im Verteilungsnetz; zum Anschluß an Borken waren nur 22 km Hochspannungsleitung erforderlich; günstige Terrainverhältnisse ermöglichten eine preiswerte Becken- und Werksanlage; 2. preiswerter Strombezug aus Borken; 3. beste Momentanreserve, wie sich schon wiederholt gezeigt hat; 4. Betriebsicherheit und hoher Bereitschaftsgrad; vom Stillstand bis zur Lastaufnahme sind nur 125 s erforderlich; 5. keine Schwierigkeit bei der Abgabe von Spitzenstrom; 6. wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades des Grund-Dampfkraftwerks Borken; 7. Fahren eines bestimmten Fahrplans, ohne Reserven vorsehen zu müssen.

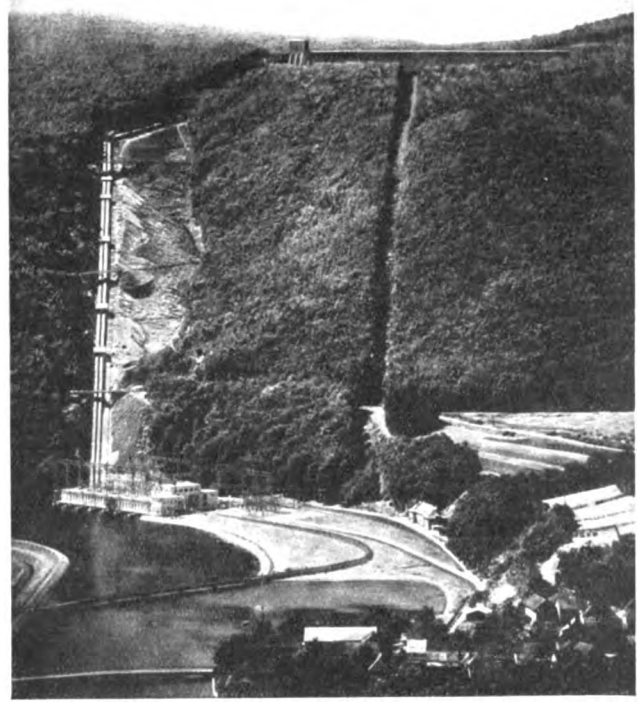


Abb. 1. Pumpspeicherwerk Waldeck.

Baurat Bartel erörterte den Bau des Speicherwerks, der mit der Siemens-Bauunion und den SSW durchgeführt wurde. Das Werk soll 4 Maschinensätze, bestehend aus Pumpe, Kupplung, Synchrondrehstrom-Generator, Turbine, in einer Gesamtleistung von 115 000 kW erhalten. Der 1. und 4. Satz sind bereits aufgestellt. Das Turbinenrad der Francis-Spiralturbine (Heidenheim) ist fliegend auf der verlängerten Generatorwelle aufgesetzt. Die Turbine entwickelt bei 296 m Gefälle 45 000 PS. Die Drehzahl ist 500. Der Generator erzeugt 36 500 kVA mit 10 500 V. Die Transformatoren übersetzen auf 110 kV, später durch Umpolung auf 220 kV. Als Schalter sind Expansionsschalter verwendet.

Digitized by Google

Die Trennschalter sind als Freiluftanlage auf dem Dach des Werksgebäudes aufgestellt; von ihnen führen 2 Leitungen nach Borken. Die Warte ist unterhalb des Daches angeordnet. Den Pumpen fließt das Wasser zu, um Schwierigkeiten beim Ansaugen auszuschließen. Pumpe und Turbine liegen mit besonderen Rohranschlüssen an der Hauptrohrleitung, die aus 2 teils genieteten teils geschweißten Rohrsträngen von 2600 ··· 2200 mm Dmr. besteht und bis zum Einlaufwerk am Becken 900 m lang ist. Das Becken, das um das Doppelte erweiterungsfähig ist, hat 765 000 m³ Inhalt zur Abgabe von etwa 550 000 kWh Spitzenstrom bei einmaliger Füllung. Der Hausmaschinensatz wird vom Netz aus elektrisch angetrieben, hat aber als Reserve eine Antriebsturbine, die beim Ausbleiben von Strom in 1½ min selbsttätig einsetzt. Der Bau des Speicherwerks gab in schwerer Zeit 10 000 Menschen Arbeit. 500 000 Tagewerke an Ort und Stelle konnten geleistet werden. Für die deutsche Elektrizitätswirtschaft bedeutet der Bau des Speicherwerks wertvolle Mitarbeit. *Pge.*

Leitungen.

Das Verhalten der Isolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Ablaufs. — Zur Abrundung früherer Arbeiten über das gleiche Problem bringt Harald Müller Angaben über die Stoßüberschlagspannungen von Freileitungs- und Stationsisolatoren bei verschiedenem Ablauf der Stoßspannung. Zur Beurteilung des Verhaltens von Isolatoren bei Gewitterüberspannungen genügt es im allgemeinen nicht, nur für eine Stoßspannungsform die Überschlagspannung zu kennen; vielmehr muß eine Charakteristik des Isolators vorliegen, etwa die Überschlagspannung eines Isolators als Funktion des Verlaufs der Stoßspannung. Gewitterüberspannungen lassen sich in ihrem Verlauf nicht vorhersagen. Will man also wissen, wie ein Isolator sich atmosphärischen Überspannungen gegenüber aller Voraussicht nach verhalten wird, so muß eine Kurve vorliegen. Von amerikanischer Seite wird neben dieser Art der Charakteristik noch die der Überschlagspannung über der Verzögerungszeit vorgeschlagen. Das Studium der einschlägigen Literatur zeigt aber, daß die Streuung bei dieser Art von Charakteristik so groß ist, daß es sich nach Ansicht des Verfassers mehr empfiehlt, die zuerst erwähnte Form der Charakteristik „Überschlagspannung a's Funktion des Stoßspannungsverlaufes" zu wählen. Dabei wird in Übereinstimmung mit demnächst in der ETZ erscheinenden Vorschlägen für solche Versuche der Ablauf der Stoßspannung durch Änderung des Verlaufes des Rückens geändert.

Im Anschluß an die mehr grundsätzlichen Ausführungen, wobei auch zur Frage der Meßgenauigkeit Stellung genommen wird und Vergleiche mit an anderen Stellen gemessenen Werten gezogen sind, werden an dem vom VDE genormten Material und an den von der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft entwickelten Mehrrohr- und Einrohr-Durchführungen sowie an einigen Stützerkonstruktionen gewonnene Kennlinien mitgeteilt. Das umfangreiche Versuchsmaterial gestattet allgemeine Schlüsse auch hinsichtlich anderer nicht erwähnter Konstruktionen. Zum Schlusse wird auf das Verhalten der verschmutzten Isolatoren bei Stoß eingegangen und dadurch bereits früher mitgeteiltes Material ergänzt.

Die Ausführungen beschäftigen sich mit der Frage der gegenseitigen Abstufung von Freileitungs- und Stationsisolation und bringen Angaben zur Beurteilung der Überschlagsicherheit von Isolatorenketten mit Schutzringen. Andeutungsweise wird auf die besonderen Schwierigkeiten für Mittelspannungsnetze hingewiesen, mit denen sich eingehender ein demnächst an dieser Stelle erscheinender Aufsatz beschäftigen wird. (Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomberg-Isol. H. 66.) *Sb.*

Apparate.

Neueste Bauart des Suklam-Mastschalters. — Um einen für jede Witterung und betriebsmäßig rauhe Behandlung dauerhaften Streckenschalter zu schaffen, wurde von der Firma E. Neumann, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H., Berlin, eine Neukonstruktion entwickelt, bei der auf größte Sicherheit sowohl in mechanischer als auch elektrischer Hinsicht Wert gelegt worden ist. Durch die Anordnung eines Scherengelenkes wird es ermöglicht, beim Schaltvorgang beide kontakttragende Isolatoren in entgegengesetzter Richtung zu bewegen. Hierdurch entsteht zwischen den stromführenden Teilen in ausgeschaltetem Zustande ein besonders großer Abschaltweg (ungefähr der dreifache Wert der für Innenräume vom VDE vorgeschriebenen Schlagweite in Luft), der weitestgehend Schutz gegen Überbrückung durch Fremdkörper bietet. Die Verbindung zwischen den Schaltkontakten und der Freileitung besteht aus einem biegsamen Kupferseil von 70 mm², das durch besondere Bügel geführt wird, damit in allen Stellungen der erforderliche Abstand von geerdeten Teilen gewahrt bleibt. Auch gegen Phasenkurzschlüsse stellt diese neuartige Seilführung bei Unwetter eine wertvolle Sicherung dar. Die Schalter werden durch ein Rohrgestänge betätigt, das in den Endstellungen in eine Totpunktlage zur Dämpfung der Schaltbewegungen gebracht wird.

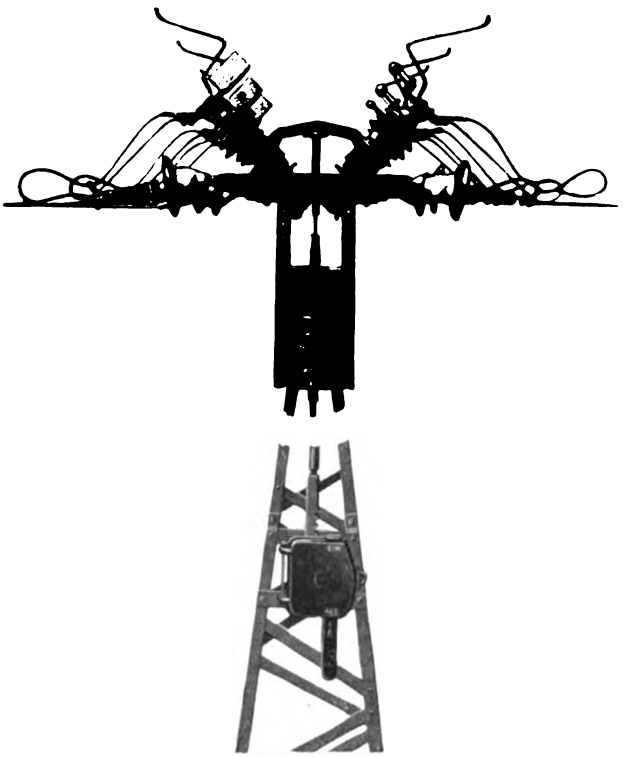


Abb. 2. Suklam-Mastschalter ausgeschaltet.

Um den Schalter mit geringstmöglichem Kraftaufwand ein- bzw. ausschalten zu können, wurde, von der Erkenntnis ausgehend, daß der Übergangswiderstand eines Kontaktes eine Funktion des Kontaktdruckes, nicht aber der Berührungsfläche ist, das Kugelkontaktsystem geschaffen. Als Schaltisolatoren werden durchschlagsichere Stützisolatoren verwendet, die kittlos armiert und am Kopf mit einer kräftigen Kappe versehen sind, an denen die Hörner und Kontaktteile aufgesetzt werden. Diese Bauart, insbesondere die kittlose Armierung ist gewählt worden, weil die Armatur auf diesem Wege elastisch auf den Isolatorkörper aufgebracht wird. Der Isolator kann dann starke elektrische Stöße — beim plötzlichen Auftreten von Überspannungen — und mechanische Stöße aufnehmen. Um die Stoß- und Schlagsicherheit des Isolators weiterhin zu erhöhen, wurde er im Innern mit einem elastischen Ring versehen, der um den in den Stützisolator eingeführten Zentralbolzen gelegt wird.

Der Schalter wird zunächst in folgenden Ausführungen hergestellt: a) dreipolig mit durchschlagsicheren kittlos armierten Stützisolatoren für 10 kV, b) dreipolig wie vorher für 20 kV. Die Schalter können auf Holz- und Eisenmasten befestigt werden. Alle stromführenden Teile sind aus Bronze bzw. Kupfer für eine Stromstärke bis 350 A bemessen. Sämtliche Eisenteile sind feuerverzinkt.

Vollselbsttätige Antriebe bei Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinen. — Es herrscht das Bestreben, bei allen Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinen die Anlaß- und Regelvorgänge für den Bedienenden so einfach wie möglich zu machen, damit er sein ganzes Augenmerk auf die Maschine und das zu bearbeitende Werkstück richten kann. Die hierfür erforderlichen selbsttätigen Schaltgeräte werden aus der Ferne durch von Hand oder Fuß betätigte Druckknöpfe, Endschalter u. dgl. gesteuert. Abb. 3 zeigt den Schaltschrank einer durch einen Gleichstrom-Regelmotor angetriebenen Radsatz-Drehbank, in welchem alle erforderlichen Geräte, wie Hauptschalter, Sicherungen, Schützen-Selbstanlasser, durch Hilfsmotor

Digitized by Google

gesteuerter Nebenschlußregler, Anlaß- und Regelwiderstand sowie Amperemeter zusammengebaut sind. Die zugehörige Druckknopftafel hat einen Knopf „Ein“ zum Anlassen, einen Knopf „Schneller“ für Drehzahlerhöhung durch Feldregelung, einen weiteren Knopf „Langsamer“ für Drehzahlverminderung und schließlich einen Knopf „Aus“ zum Stillsetzen des Motors. In gleich einfacher Weise können auch Werkzeugmaschinen mit mehreren Motoren durch Druckknöpfe gesteuert werden. Die Hauptschützen können mit thermischem Motorschutz versehen werden. — Die vorstehend beschriebenen Apparate sind Konstruktionen der Firma „Rheostat“ Specialfabrik elektr. Apparate Edmund Kussi G. m. b. H., Dresden-N 23, die derartige Steuerungen als Sonderausführung herstellt.

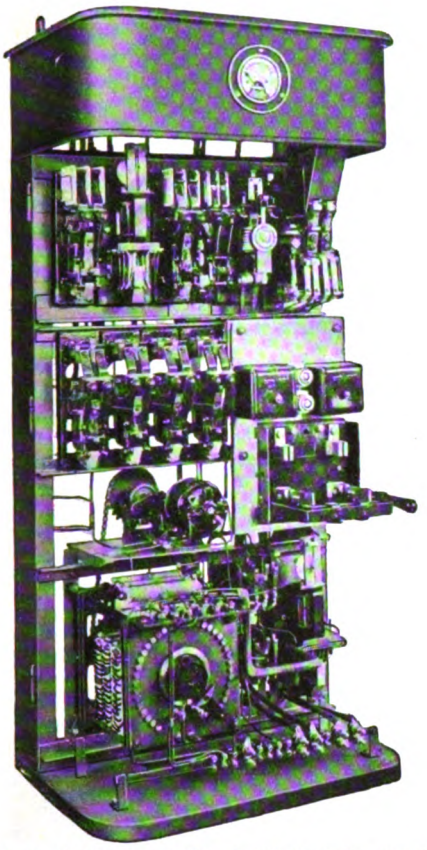


Abb. 3. Schaltschrank für eine Radsatz-Drehbank.

Kleinschaltschütz Cutax A. — In Anreihung an die bekannten Cutax-Ausführungen (Quecksilberschalter mit senkrechter Röhre) mit einer Schaltleistung von 1,5 bzw. 7,5 kVA wurde von der A E G ein Kleinschaltschütz Cutax A mit 0,25 kVA Schaltleistung entwickelt. Im Innern der Schaltröhre (vgl. Abb. 4), die zu etwa einem Drittel mit Quecksilber gefüllt ist, befinden sich oben und unten je eine Elektrode, ferner ein frei beweglicher Eisenkörper, der auf dem Quecksilber schwimmt. Bei Erregung der Spule wird der Schwimmer nach unten gezogen, wodurch das Quecksilber nach oben verdrängt und die Kontaktgabe herbeigeführt wird. Der Aufbau des Schützes (Abb. 5) ist nach neuartigen Gesichtspunkten durchgeführt. Die eisengeschlossene Spule wird oben und unten von 2 Isolierstoffkappen gefaßt, die durch eine gemeinsame Metallschiene zusammengehalten werden. Im vorderen Teil der Kappen ist eine Öffnung zur Aufnahme eines Vorwiderstandes vorgesehen. Die beiden unten sichtbaren Klemmen dienen zum Anschluß der Erregerspannung. Das Einsetzen der Schaltröhre erfolgt ohne Lösen oder Befestigen von Schrauben, lediglich durch Einführen in die obere Kappenöffnung. Das Schütz eignet sich zum Einbau in Fernschalter, Schaltkästen, Gruppensteuerungen usw. Es wird nur für Arbeitstrom zum Anschluß an Gleich- oder Wechselspannungen bis 250 V ausgeführt.

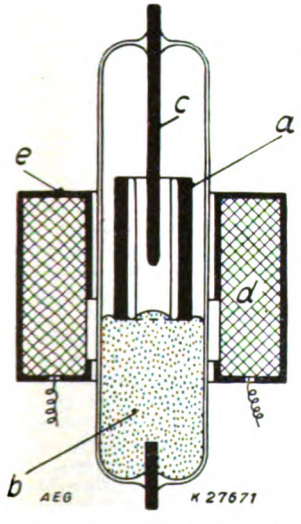
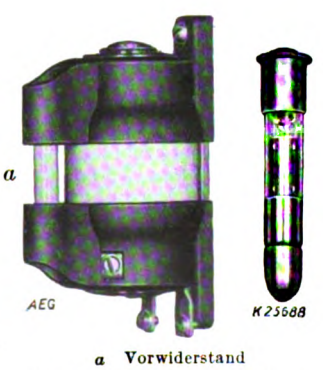


Abb. 4. Prinzipbild des Cutax A (Röhre ausgeschaltet).

Zeichenerklärung zu Abb. 4.

- *a* Eisenschwimmer mit Quarzkörper
- *b* Quecksilber (untere Elektrode)
- *c* Metallstift (obere Elektrode)
- *d* Erregerspule
- *e* Eisenschlußmantel



a Vorwiderstand

Abb. 5. Kleinschaltschütz Cutax A.

Stationsschalter (System RWE-Heinisch-Riedl). — Der Stationsschalter ist ein vierpoliger Selbstschalter für Drehstromnetze mit Nulleiter, der in die Transformatorstation eingebaut, und dessen Auslösung vom Nulleiterstrom beeinflußt wird. Er löst aus, wenn der Nulleiterstrom so hohe Werte annimmt, daß der Nulleiter infolge des großen Spannungsabfalles gefährliche Berührungspannung gegen Erde erhält. Abb. 6 zeigt den von der Siemens-Schuckertwerke AG. gebauten Schalter für 200 A Nennstrom. Die Funkenkappe *1* überdeckt die Schaltstücke für die drei Phasen, während das später öffnende Schaltstück *4* für den Nulleiter keine Funkenkappe zu haben braucht. Der Bimetallstreifen des Nulleiters ist neben dem Kniegelenk-Schaltschloß *8* sichtbar und wird durch die Einstellschraube *9* auf den Grenzwert eingestellt, bei dessen Überschreitung der Schalter auslöst. Die Einstellung ist zwischen 70 und 100 % des höchsten Grenzstromes möglich. Zur weiteren Abstufung der Grenzströme werden leicht auswechselbare Widerstände zum Bimetallstreifen parallel geschaltet. Man erhält so ein Einstellbereich von 12,6 ··· 70 A, so daß man sich bequem den Netzverhältnissen anpassen kann. Die Einstellung der Auslösung erfolgt so, daß die untere Grenze etwa 10 bis 20 % des höchsten Phasenstromes beträgt, um unnötige Abschaltung bei unsymmetrischer Lastverteilung im Netz zu verhindern, die obere Grenze so, daß bei Kurzschluß an der entferntesten Netzstelle zwischen Phasenleiter und Nulleiter der auftretende Kurzschlußstrom zur Abschaltung in kurzer Zeit genügt. Die Auslösekennlinien des Bimetallstreifens werden dem Schalter beigegeben. Der Schalter ist für vorderseitigen und rückseitigen Anschluß eingerichtet und so gedrängt gebaut, daß er auch in vorhandene Anlagen leicht hineinpaßt.

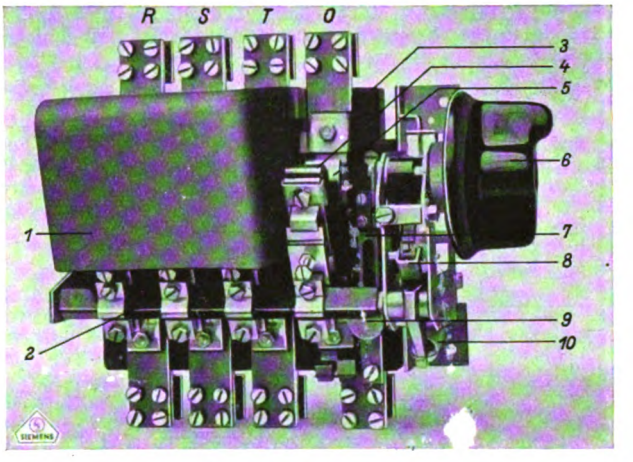


Abb. 6. Stationsschalter.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Neuer überlastbarer Wechselstromzähler. — Der seit einer Reihe von Jahren hergestellte und in großen Mengen verbreitete überlastbare Wechselstromzähler Fa. m

Digitized by Google

EFk der Aronwerke Elektrizitäts AG. ist weiter entwickelt, als neues Modell unter der Formenbezeichnung EFk 1 auf den Markt gebracht und von der PTR beglaubigt worden. Die Ausführung erfolgt normal bis zu 10 A, 220 V, 40 ··· 60 Hz, in ein- und doppelpoliger Schaltung.

Technische Daten:

Drehmoment bei Nennlast	5 ··· 6 gcm
Drehmoment bei 100 % Überlast . . .	10 ··· 12 gcm
Eigenverbrauch im Nebenschluß . rd.	0,5 W
Systemgewicht	26 g
Drehzahl bei Nennlast . . . . . rd.	45 U/min
dauernde Überlastbarkeit	100 %
sicherer Anlauf in % des Nennstromes	0,3 ··· 0,5 %
gewährleistete Meßgenauigkeit von 5 bis 200 % der Nennlast	± 2,5 %
kein Leerlauf bei Überspannung von	20 %

Die Fehlerkurve zeigt Abb. 7.

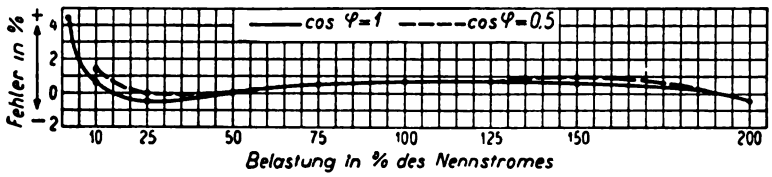


Abb. 7. Fehlerkurve des Zählers EFk 1.

Die leitenden Gedanken beim konstruktiven Aufbau des in Abb. 8 dargestellten Zählers Form EFk 1 waren höchste Meßgenauigkeit, Stabilität und Betriebsicherheit selbst nach jahrelangem Betrieb. Das seit Jahrzehnten bewährte Prinzip der Vereinigung der Strom- und Spannungstriebkerne in einem einzigen Körper ist beibehalten worden.

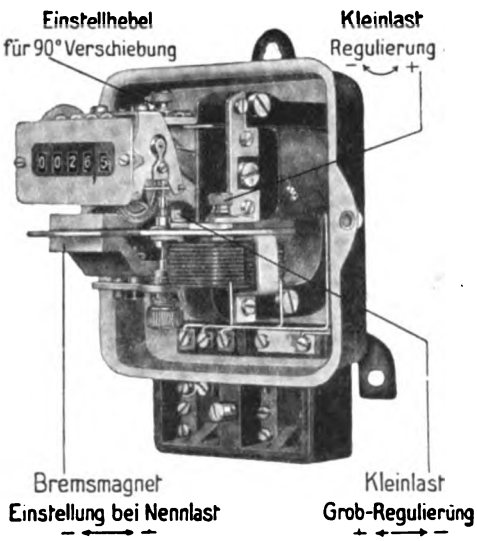


Abb. 8. Zähler der Form EFk 1 (offen).

Von besonderem Vorteil ist die leichte Auswechselbarkeit aller der Abnutzung unterworfenen Teile. So kann die Nebenschlußspule mit größter Leichtigkeit nach Lösen weniger Schrauben vom Triebeisen abgezogen und ersetzt werden. Der Bremsmagnet aus Wolframstahl ist so tief gelegt, d. h. so nahe an das Haupttragstück des Tragkörpers herangebracht, daß ein willkürliches Verstellen auf dem Transport oder eine Beschädigung des Ankers durch Ausschwingen des Magneten unmöglich gemacht ist. Ober- und Unterlager sind durch Verschraubung befestigt. Eine Spiralfeder im Unterlager nimmt alle Längsstöße auf und verhindert völlig sicher eine Beschädigung der Lauffläche.

Der Zählwerkrahmen des Zählers ist aus kräftigem Messingblech hergestellt. Von der Verwendung von Spritzguß ist deshalb abgesehen worden, weil erfahrungsgemäß für die Gleichmäßigkeit von Spritzguß auf die Dauer keine Gewähr übernommen werden kann. Die Kappe besteht aus Aluminiumblech mit Eiseneinlage. Diese dient u. a. dazu, die Eichfehler auszugleichen, die bei Eichung mit und ohne Kappe auftreten.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß unter Berücksichtigung der nahezu 50jährigen Betriebserfahrungen der Aronwerke im Zählerbau in dem Zähler Form EFk 1 ein Meßgerät entstanden ist, das für das Erneuerungs- und Instandhaltungskonto der Werke eine wesentliche Entlastung bringen wird. *K. L.*

Kurzschlußfeste Strombegrenzer. — Die Elektrizitätswerke gehen neuerdings wieder dazu über, sog. Pauschaltarife mit verbilligter Stromabgabe zu schaffen. Um nun eine Kontrolle darüber zu haben, daß eine höhere Strommenge als vereinbart nicht entnommen werden kann, sind zuverlässig wirkende und preiswerte Strombegrenzer notwendig. Der kurzschlußfeste Sursum-Strombegrenzer Type SSt ist ein solcher Apparat[1], er gleicht im Aufbau dem bekannten Sursum-Automaten und hat wie dieser die vielseitige Anschlußmöglichkeit (DRP.), so daß er für die verschiedensten Zwecke und auch zum Einbau in Schalt- und Verteilungstafeln ohne weiteres geeignet ist.

Abb. 9. Sursum-Strombegrenzer.

Der Strombegrenzer wird für jede Stromstärke von ¼ ··· 25 A und für 250 V Gleich- und 380 V Wechselspannung hergestellt. Bei Überschreitung der zulässigen Stromstärke schaltet er mit überraschender Genauigkeit aus. Infolge seiner kräftigen elektromagnetischen Funkenlöschung schaltet er die höchsten Kurzschlüsse ab und ist dann sofort wieder einschaltbereit. Er hat elektromagnetische und thermische Auslösung und überwindet kurzzeitige Einschaltstromstöße von Glühlampen, Motoren und Haushaltgeräten. Die Handhabung ist einfach wie bei einem Drehschalter, und der Apparat besitzt auch Momentausschaltung bei Betätigung mit der Hand. Jeder Kurzschluß und jede Überlastung wird beim Einschalten verhindert, solange eine Störung besteht. Der Sursum-Strombegrenzer ist plombierbar und wird auch zwei- und dreipolig mit den gleichen Eigenschaften geliefert. Abb. 9 zeigt den einpoligen Apparat in einem kleinen Stahlblechgehäuse. In dieser Ausführung werden durch den Strombegrenzer gleichzeitig Zähler, Zählertafeln, Sicherungen und Hauptschalter ersetzt und eine ganz erhebliche Ersparnis an Anschaffungs- und Montagekosten erzielt. Der Apparat ist durch mehrere Patente im In- und Ausland geschützt.

Beleuchtung.

Ein thermoelektrisches Reversions-Kugelaktinometer. — M. Robitzsch beschreibt ein Kugelaktinometer zur Messung der Gesamtstrahlung des Himmels, das gegenüber anderen Konstruktionen einige Neuerungen aufweist. Als Vorzüge betont der Verfasser, daß der Wärmeübergang von dem absorbierenden Teil des Gerätes zum Instrumentenkörper nicht einseitig, sondern radialsymmetrisch erfolgt, ferner, daß durch eine Reversionsmessung alle Temperatureinflüsse eliminiert werden. Das zur Messung benutzte Galvanometer mit einer Stromempfindlichkeit von $3 \cdot 10^{-6}$ A bei einem inneren Widerstand von etwa 10 Ω hat eine große Einstellgeschwindigkeit, so daß die Messungen schnell aufeinander folgen können. Geringe mechanische Empfindlichkeit gestattet auch die Verwendung auf Schiffen und in Flugzeugen. Es werden nähere Angaben über die Konstruktion gemacht. (M. Robitzsch, Z. Instrumentenkde. Bd. 51, S. 369.) *F. Bn.*

Luftverkehrsbeleuchtung in Amerika. — Die starke Verbreitung des Nacht-Luftverkehrs in Amerika hat eine weitgehende Vereinheitlichung der benutzten Geräte und Lampen erforderlich gemacht. Anfang 1931 waren in Amerika 23 000 Flugstrecken-km von 51 000 km mit insgesamt 1477 Flugstrecken-Scheinwerfern befeuert. Von 2000 Flughäfen waren 380 Häfen mit Befeuerungs- und Beleuchtungseinrichtungen für den Nacht-Luftverkehr versehen. Die amerikanischen Flughäfen sind in 5 Klassen eingeteilt und sind je nach ihrer Bedeutung mit einer mehr

[1] Hersteller: Sursum-Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Nürnberg.

Digitized by Google

oder weniger großen Anzahl der genormten Geräte ausgestattet. Alle Häfen sind mit Umrandungs-, Hindernis- und Einschwebefeuern, mit Ansteuerungsfeuern, Kennfeuern und beleuchteten Windrichtungsanzeigern versehen. Eine Landebahnbeleuchtung ist nur für die Häfen 1. Klasse mit einer Minimalbeleuchtungstärke von 1,8 Lux und für die Häfen 2. Klasse mit einer Minimalbeleuchtungstärke von 0,42 Lux vorgeschrieben. Für die Häfen der 4. und 5 Klasse sind Wolkenscheinwerfer und Kenntlichmachung der Hallendächer nicht mehr erforderlich. Ausführliche Einzelheiten über die genormten Geräte, ihre praktische Bewährung und ihre Verwendungsart entziehen sich einer auszugsweisen Wiedergabe. Die Flugstrecken sind mit 60 cm-Drehspiegel-Feuern in etwa 16 km Abstand ausgerüstet. Die Umlaufzeit beträgt 10 s. Jedes Flugstreckenfeuer ist mit einem Kurslicht versehen, dessen Kennung den Ort des Feuers durch Angabe der Meilenzahl bestimmt. Auf den Strecken stehen eine Anzahl befeuerter Hilfslandeplätze zur Verfügung. Auch größere Hindernisse auf der Strecke, wie Funktürme, Hochspannungsleitungen, Wassertürme, Gasometer sind befeuert.

In der Beleuchtungsausrüstung der Flugzeuge hat man besonders die Stellungslichter und die Landescheinwerfer nebst den zugehörigen Lampen weitgehend vereinheitlicht. Die Landescheinwerfer werden entweder in die Stirnwand der Tragfläche eingebaut oder unter den Flügel gehängt. Zur Vermeidung größerer Geschwindigkeitsverluste empfiehlt sich die erstgenannte Anordnung. — Nähere Einzelheiten über die benutzten Geräte, ihren Einbau und ihre Bedienung müssen im Original nachgelesen werden. (K. W. Mackall, Trans. Amer. Illum. Engr. Soc. Bd. 27, S. 123. R. W. Cost, ebenda, S. 165. D. C. Young, ebenda, S. 189.) *F. Bn.*

Installation.

Ein neuer Sockelautomat. — Die Firma Lindner & Co., Jecha-Sondershausen, bringt einen kräftigen und auch für rauhe Arbeitsbedingungen geeigneten neuen Sockelautomaten (Abb. 10) auf den Markt. Kennzeichnend

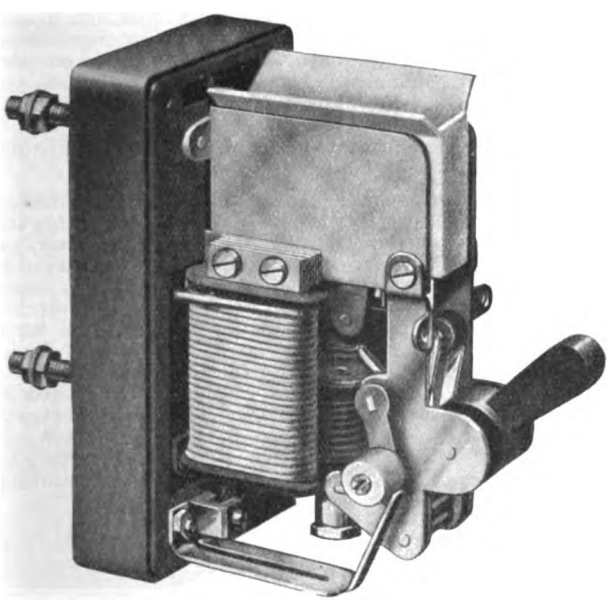


Abb. 10. Sockelautomat.

für seinen Aufbau sind die beiden großen, seitlich angeordneten Blasspulen, die mit einer besonderen Kurzschluß-Auslösespule in Reihe geschaltet sind. Die Kurzschlußauslösung erfolgt durch einen Auslösestößel, der so ausgebildet wurde, daß ihm beim Abschalten nur ein ganz geringer Widerstand entgegensteht. Dieser magnetische Tauchkern ist durch seine Formgebung in der Lage, wesentlich schneller zu arbeiten als plattenförmige Auslöseglieder. Die Kontaktteile werden durch ein Kniehebelsystem in die Einschaltstellung gebracht und bei Kurzschluß mit größter Geschwindigkeit durch das Hochreißen des Ankers der Kurzschluß-Auslösespule ausgelöst. Die Kurzschluß-Schnellauslösung spricht beim etwa 5fachen Nennstrom an. Bemerkenswert ist, daß sie durch Einstellen der Eintauchtiefe des Magnetkerns leicht vom fünf- bis zehnfachen geregelt werden kann, so daß es möglich ist, noch an der Verwendungstelle die Auslösecharakteristik des Automaten auf den besonderen Verwendungszweck abzustimmen. Sobald das Kniehebelsystem durch den Anker herausgeschlagen ist, sorgen die in gleicher Höhe mit ihm liegenden Blasspulen für die Erzeugung eines kräftigen Magnetfeldes in der Funkenlöschkammer. Die Ausführung mit thermisch verzögerter Überstromauslösung ist mit einem Bimetallstreifen versehen, welcher den Schalter bei betriebsmäßiger Überlastung auslöst, indem die durch Erwärmung hervorgerufene Durchbiegung des Bimetalls auf ein das Auslösekniegelenk einknickendes Glied übertragen wird. Die thermische Auslösung arbeitet von der elektromagnetischen völlig unabhängig. Hervorgehoben zu werden verdient, daß alle Selbstschalter mit Momentauslösung versehen sind, so daß die Unterbrechung stets plötzlich erfolgt, unabhängig von der Geschwindigkeit der Griffbewegung oder etwa einer spielerischen Betätigung des Einschalthebels.

Neuer Wandstecker. — Die Zugentlastung an Steckern durch eine ovale oder eckige Aussparung im Griffteil mit den bekannten Entlastungsarten — Schneckenzugentlastung, Katzenbuckel, Verknoten und Abbinden des Kabels — entspricht nach den neuesten Erläuterungen zu § 35 der K. P. I./1928 nicht mehr den VDE-Bestimmungen. Beachtenswert ist aber, daß der von der Firma Gustav Schortmann & Sohn, Leipzig W 31, herausgebrachte neue Felmas-Wandstecker Nr. 2003 trotz seiner ovalen Aussparung im Griffteil infolge seiner neuartigen Hebelzugentlastung das VDE-Zeichen erhalten hat[1]. Eine Verteuerung müßte bei dieser mehrfach geschützten Konstruktion eintreten, wenn es nicht der Firma gelungen wäre, die Wandstecker durch eine — abermals zum Patent angemeldete — neuartige Herstellungsweise derartig billig herzustellen, daß sie trotz ihrer VDE-mäßigen zweiteiligen Ausführung nicht teurer werden als die früher von der Firma gelieferten einteiligen Wandstecker mit VDE-Zeichen, die in vielen Millionen im Gebrauch sind. Die einfache Zugentlastung mittels Hebels wird durch das Anziehen der Anschlußmutter bewirkt und sei hier durch Abb. 11 deutlich gemacht.

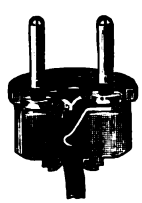


Abb. 11. Hebelzugentlastung.

Abzweigstellen-Entlastungsplatte zur Herstellung von Beleuchtungsanlagen in Bergwerken unter Tage. — Zu dem auf S. 36 der ETZ d. J. veröffentlichten Artikel teilt uns die Firma Albrecht Artois, Brackwede bei Bielefeld, mit, daß sich die darin angegebene Entlastungsplatte der Firma zum Zusammenbau mit jeder beliebigen Beleuchtungskabel-Ausführung eignet.

Bahnen und Fahrzeuge.

Neuere Triebwagen mit Verbrennungsmotoren der Deutschen Reichsbahn. — Die rasche Weiterentwicklung der Verbrennungsmotorentechnik, die dem Kraftomnibusbau ermöglichte, immer leistungsfähigere Wagen mit großem Fassungsraume und beträchtlichen Geschwindigkeiten zu schaffen, hat auf die Entwicklung des Triebwagenbaues der Deutschen Reichsbahn großen Einfluß ausgeübt. Der ständig wachsende Wettbewerb des Kraftwagens zwang dazu, durch Indienststellung geeigneter Triebwagen die Verkehrsmöglichkeiten auf den Reichsbahnstrecken innerhalb wirtschaftlicher Grenzen nach Möglichkeit zu verbessern.

Handelte es sich noch vor etwa 8 Jahren darum, den unwirtschaftlichen Personenzugbetrieb auf schwachbelasteten Nebenbahnen durch Indienststellung leichter Triebwagen mit einer Höchstgeschwindigkeit von etwa 60 ··· 65 km/h entsprechend einer Motorleistung von etwa 75 PS wirtschaftlicher zu gestalten, so traten bald größere Anforderungen an die Häufigkeit und Schnelligkeit des Verkehrs auch auf Hauptstrecken hervor. Sie zwangen zum Bau größerer und schnellerer Triebwagen, weil die zur Verdichtung des Fahrplans notwendigen kleinen Zugeinheiten mit Dampflokomotiven nicht mehr wirtschaftlich befördert werden können.

Die verschiedenartigen Anforderungen an Geschwindigkeit und Fassungsvermögen, die auf Hauptbahnen und auf Nebenbahnen an die Triebwagen gestellt werden, führten zur Entwicklung besonderer Typen für beide Arten von Bahnen. Auf Hauptbahnen im Flachland wird eine Geschwindigkeit von mindestens 90 km/h gefordert, die

[1] Ein Prospekt über diesen Stecker lag dem H. 8 der ETZ d. J. bei.

Digitized by Google

eine erhebliche Vergrößerung der Motorleistung bedingt. Breuer[1] gibt auf Grund von Versuchsreihen, die für Fahrt im Beharrungszustand auf der Waagerechten, u. zw. für eine den bisherigen Personenwagen ähnliche Bauform des Kastenwagens gelten, Zahlenwerte für die schnelle Zunahme des Leistungsbedarfs mit Erhöhung der Geschwindigkeit an und weist auf die Notwendigkeit zur Schaffung besonderer Wagenformen zwecks Verminderung des Luftwiderstandes hin.

Im Frühjahr 1930 wurden zunächst drei Triebwagen für 90 km/h Geschwindigkeit mit einem Maybach-Motor von 410 PS Leistung bei 1400 U/min bestellt. Sie sind inzwischen auf den Strecken der Reichsbahndirektion Frankfurt (Main) mit Erfolg in Dienst gestellt worden. Ihr Fassungsvermögen beträgt 80 Sitz- und 20 Stehplätze. Sie können einen etwa gleich großen Beiwagen schleppen, der als Steuerwagen ausgebildet ist, um das zeitraubende Umsetzen an Wendestationen zu vermeiden. Sie sind mit M.S.W.-Leonard-Schaltung versehen, die gestattet, die in einem der Drehgestelle untergebrachte Dieseldynamo mit 3 Umlaufzahlen, 1400, 1100 und 400 (bei Leerlauf) zu betreiben. Der Triebwagen wiegt 50 t, der Steuerwagen 38 t. Neubeschaffungen sind durch Anwendung der Leichtbauweise um 8 t bzw. 18 t leichter.

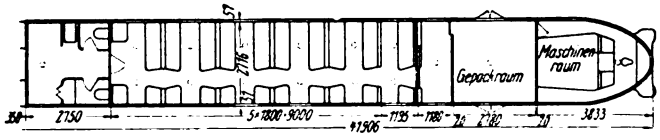


Abb. 12. Grundrißanordnung des dieselelektrischen Schnelltriebwagens der Deutschen Reichsbahn.

Für Nebenbahnen ist infolge der häufigen Geschwindigkeitsbeschränkungen an Überwegen eine große Beschleunigung wünschenswert, um die verzögernde Wirkung der Geschwindigkeitsbeschränkungen möglichst wieder auszugleichen. Daher muß möglichst leichte Bauart angestrebt werden. Bei der mäßigen Geschwindigkeit von 60 km/h ist eine besondere Formgebung des Wagenkastens zur Verminderung des Luftwiderstandes noch nicht nötig. Auf die zur Verringerung des Gewichtes notwendigen Konstruktionsmaßnahmen, wie Verzicht auf Einstellbarkeit in andere Züge an beliebigen Stellen, also Einschränkung der Festigkeit des Wagengestells und der Zug- und Stoßvorrichtungen, Verwendung von Leichtmetall usw. ist in der angegebenen Arbeit besonders eingegangen worden. Dadurch lassen sich Ersparnisse von etwa 10 t je Wagen, allerdings nur auf Kosten der Lebensdauer, erzielen.

Im Jahre 1932 sind leichte zweiachsige Triebwagen in Leichtbauweise mit 100 PS-Maybach-Vergasermotoren und 120 PS-Vomag-Motoren mit gutem Erfolg in Dienst gestellt worden. Ferner wurden zwei dieselelektrische Wagen unter weitgehender Anwendung des Schweißverfahrens mit Daimler-Dieselmotoren von 120 PS bei 1700 U/min mit Gebus-Schaltung gebaut. Diese Wagen haben 65 km/h Höchstgeschwindigkeit, wie sie für Nebenbahnen ausreicht. Ihr Gewicht beträgt 12 ··· 13,5 t. Wenn es nicht auf große Beschleunigung ankommt, können die Triebwagen auch mit Anhängewagen fahren. Zu diesem Zweck sind leichte Anhängewagen mit 10 t Leergewicht beschafft worden. Gegenüber den im Jahre 1925 gebauten Triebwagen sind bei den neuen Nebenbahntriebwagen Gewichtsersparnisse von 40 % bei einer Leistungsteigerung von 113 % erzielt worden.

Auch vierachsige in Leichtbauweise ausgeführte Triebwagen sind beschafft worden. Im Jahre 1932 sind fünf solche Triebwagen mit Motorleistungen von 175 PS und einem Gewicht von 0,69 t/m² gegenüber 0,9 t/m² bei älteren Wagen gebaut worden. Die Gewichtsersparnis brachte einen beträchtlichen Gewinn an Geschwindigkeit.

In der Öffentlichkeit ist der von der Reichsbahn für die Strecke Berlin—Hamburg beschaffte Schnelltriebwagen für 150 km/h Geschwindigkeit mit besonderem Interesse behandelt worden. Die Strecke Berlin—Hamburg zeichnet sich durch eine ziemlich geradlinige Führung aus und ist deshalb für diesen Versuch einer Schnellverbindung besonders geeignet. Der Wagen ist als kurzgekuppelter Doppelwagen mit 102 Sitzplätzen II. Klasse gebaut. Seine äußere Form ist nach eingehenden Versuchen im Windkanal gewählt worden, um den bei solchen Geschwindigkeiten sehr hohen Luftwiderstand möglichst zu verringern. Alle störenden Aufbauten und alle einspringenden Winkel sind vermieden worden. Auch die einen starken Luftwiderstand erzeugenden Puffer sind durch flache Stoßhalter ersetzt worden. Zwei Stromerzeugersätze, bestehend aus je einem kompressorlosen Maybach-Dieselmotor von 410 PS und einem Siemens-Schuckert-Generator von 300 kW, treiben den Wagen mittels elektrischer Kraftübertragung nach dem System „Gebus" an. Die Lagerung der Stromerzeugersätze im Enddrehgestell zeigt die Abb. 13. Die beiden je 2,5 t wiegenden als Tatzlagermotoren ausgebildeten Fahrmotoren treiben die Achsen des mittleren Jakobs-Gestelles an. Die Entwicklung der Dieselmaschinen hat geraume Zeit erfordert. Sie ist jetzt abgeschlossen. Vor kurzem hat der Schnelltriebwagen seine ersten Probefahrten zwischen Berlin und Hamburg mit vollem Erfolge ausgeführt, wobei die rd. 300 km lange Strecke in rd. 140 min gegenüber etwa 3 h bei dem schnellsten FD-Zug durchfahren wurde[2].

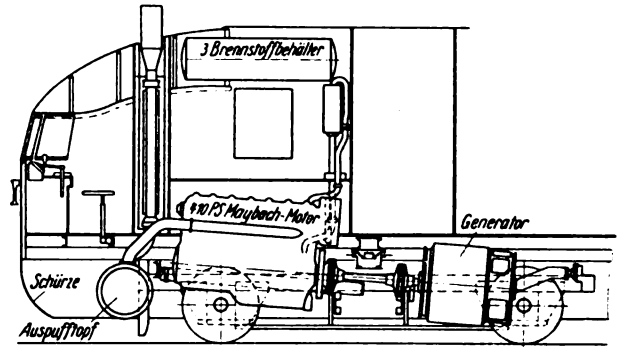


Abb. 13. Einbau der Dieseldynamo in die äußeren Drehgestelle des Schnelltriebwagens der Deutschen Reichsbahn.

Die Bremsung dieses Schnelltriebwagens erfordert besondere Maßnahmen. Der Druckluftantrieb der Bremse ist durch Einbau mehrerer Bremszylinder unterteilt worden. Statt der üblichen Klotzbremse ist eine auf besondere Bremstrommeln wirkende Backenbremse angeordnet. Trotzdem ist bei der hohen Fahrgeschwindigkeit der Bremsweg noch so lang, daß die Vorsignalabstände auf der Strecke Berlin—Hamburg vergrößert werden mußten. Ferner ist der Schnelltriebwagen mit 10 elektromagnetischen Schienenbremsen ausgerüstet, mit deren Hilfe der Bremsweg auf 700 m vermindert werden kann.

Außer den Personentriebwagen sind von der Deutschen Reichsbahn auch Gütertriebwagen zwecks Beschleunigung des Stückgutverkehrs in Dienst gestellt worden, u. zw. zunächst drei Versuchstriebwagen für 65 km/h Geschwindigkeit. Sie sind mit zwei Drehgestellen versehen, von denen eins durch einen 150 PS-Maybach-Motor mit mechanischer Kraftübertragung und Kuppelstangen angetrieben wird. Der Packraum ist mit 38 m³ Platzraum bei 15 t Ladegewicht noch etwas knapp. Ein größerer Packraum hätte die Ausbildung der Wagen als Doppelwagen erfordert. Einer umfangreicheren Beschaffung solcher Gütertriebwagen stehen die vorläufig noch zu hohen Preise im Wege. Dagegen hat die Beschaffung von Triebwagen für den Personenverkehr schon einen recht beachtlichen Umfang angenommen. — *sb* —

Bergbau und Hütte.

Elektrische Verkokung. — Die Detroit Edison Co. hat Versuche über die Verkokung von Kohlen mittels elektrischen Stromes, der als Abfallenergie in den eigenen Elektrizitätswerken dieser Gesellschaft anfiel, durchgeführt. Nach erfolgreichen Versuchen mit einer zylindrischen Vertikalretorte, deren Fassungsvermögen 1,5 t betrug, wurde nach dreijährigem Betrieb eine 30 t fassende Retorte gleicher Bauart aufgestellt, mit der ebenfalls günstige Ergebnisse erzielt wurden. Die Speisung geschieht mit Einphasen-Wechselstrom, der mit 4880 V und 60 Hz dem Netz entnommen und mittels eines Regeltransformators auf 75 ··· 600 V je nach Bedarf umgespannt wird. Die Retorte selbst ist mit zwei Elektroden, die sich im unteren und oberen Retortendeckel befinden, ausgerüstet. Die obere Elektrode ist isoliert eingeführt, während die untere geerdet ist. Die Inbetriebsetzung geschieht in der Weise, daß nach Schließen des unteren Deckels der Zünder, der aus einer mit Koksgries gefüllten Röhre zu be-

[1] Z. VDI Bd. 76, S. 73.

[2] ETZ 1932, S. 1256; 1933, S. 93.

Digitized by Google

stehen scheint, auf die Elektrode aufgesetzt, die Kohle dann von oben eingefüllt und nach Schließen des oberen Deckels der Strom eingeschaltet wird. Die Gasentwicklung begann beim Anheizen vom kalten Zustand aus bereits nach 15 min. Das Verfahren hat den Vorteil, daß die Wärme in der Kohle selbst erzeugt und nicht wie bei dem gewöhnlichen Entgasungsprozeß von außen zugeführt wird. Da die verkokten Kohleschichten eine größere elektrische Leitfähigkeit besitzen, wird auf diese Weise eine viel höhere Verkokungsgeschwindigkeit erreicht. Ein Fortschreiten der Verkokungszone um 10 cm/h war nicht selten. Der Koks war, da nur ungemischte Kohle zu den Versuchen verwandt wurde, leicht verbrennlich und gut zu Heizzwecken verwendbar. Die anderen Nebenprodukte nehmen eine Mittelstellung zwischen den bei Schwelung und Hochtemperaturverkokung erhaltenen Produkten ein.

Die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage ist natürlich in starkem Maße von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Die Anlagekosten sind jedenfalls geringer als bei Koksofenanlagen. Auch die Betriebs- und Unterhaltungskosten sind angeblich niedriger. Außerdem sind die Energieumwandlungskosten vom gasfachmännischen Standpunkt aus beträchtlich geringer, womit gleichzeitig die Absatzsteigerung des Elektrizitätsproduzenten verbunden ist. Die Versuche wurden jedoch seit Einführung des Naturgases in das Versorgungsgebiet der Detroit Edison Co. vorläufig abgebrochen. (Gas Age-Rec. Bd. 70, S. 27.) *W. Lu.*

Einfluß der Rohgaseigenschaften auf die elektrische Hochofengas-Reinigung. — Eine ausschlaggebende Rolle für den Betrieb einer elektrischen Hochofengas-Reinigung spielen die Eigenschaften des Rohgases, insbesondere Feuchtigkeit, Temperatur und Staubgehalt. An Hand zweijähriger Betriebsuntersuchungen an 3 Hochofenanlagen werden genaue Zusammenstellungen dieser Abhängigkeiten gegeben, die die Aufstellung von „Betriebskurven" gestatten, d. h. der Bereiche von Temperatur und Feuchtigkeit, in denen die elektrische Gasreinigung am günstigsten arbeitet. Sie können als grundlegende Unterlagen zur Überwachung und Betriebsführung und zur Projektierung von Trockenelektrofiltern dienen. Die Ergebnisse über den Einfluß der wichtigsten Faktoren Temperatur und Feuchtigkeit sind in Abb. 14 zu-

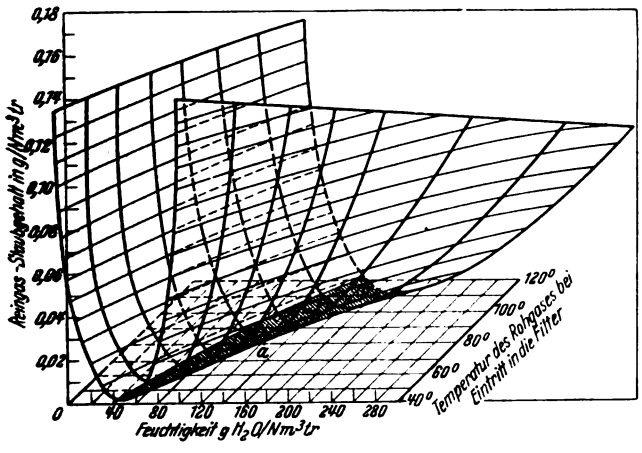


Abb. 14. Betriebskurven für elektrische Gasreinigung.

sammengefaßt. Auch über den Einfluß der Größe und der chemischen Beschaffenheit des Staubes werden Untersuchungsresultate gegeben, die die bekannte Tatsache der schweren Niederschlagbarkeit von Zink, Mangan und Blei zeigen.

Für das einstufige Trockenelektrofilter, das zweistufige Elektrofilter und das Naßelektrofilter wird eine Zusammenstellung der Reinigungskosten aufgestellt. An Hand dieser Zusammenstellung kann unter Berücksichtigung der jeweils vorliegenden örtlichen Verhältnisse die günstigste Reinigungsart bestimmt werden. — Die nicht ganz erschöpfende physikalische Erklärung[1] der Einflüsse der untersuchten Faktoren tut der großen praktischen Bedeutung der Untersuchung keinen Abbruch. (K. Guthmann, Stahl u. Eisen Bd. 52, S. 529.) *H. E.*

[1] S. a. H. Rohmann, Z. Physik Bd. 17, S. 253 (1923); H. Edler, ETZ 1930, S. 1705.

Fernmeldetechnik.

Schallempfindung, Schallreiz und die Hörbarkeit von Verzerrungen. — Ein akustischer Vorgang, z. B. der Klang eines Musikinstrumentes, wurde bisher meist durch die der Messung am leichtesten zugänglichen Bestimmungstücke des Schallfeldes beschrieben: Schallstärke und Frequenz der einzelnen Töne. Aus diesen Angaben ist aber nicht unmittelbar die Hörbarkeit des Vorganges zu ersehen, auf die es doch in den meisten Fällen ankommt. So haben z. B. ein gerade eben hörbares Brummen eines Transformators und der auf einer Violine fortissimo gespielte Kammerton a etwa die gleiche Schallstärke und doch empfinden wir sie ganz verschieden laut. Diese Verschiedenheit zwischen Schallreiz und Schallempfindung ist aus zahlreichen Untersuchungen bekannt und auf besondere Eigenschaften unseres Ohres zurückzuführen. In der vorliegenden Arbeit wird unter Verwendung der vom AEF kürzlich vorgeschlagenen Lautstärkeskala[1] gezeigt, wie auf verhältnismäßig einfache Weise und mit vollkommen ausreichender Genauigkeit aus dem dem Schallreiz entsprechenden Schallbild das für die Hörbarkeit maßgebende Lautbild ermittelt werden kann. Für einzelne Töne wird zu diesem Zweck aus ihrer Schallstärke und Frequenz die zugehörige Lautstärke in Phon entweder den Kurven gleicher Lautstärke entnommen oder nach einer einfachen empirisch gefundenen Formel berechnet. Um die Hörbarkeit eines Klanges zu ermitteln, wird sein Lautsprektrum aufgestellt, indem die Lautstärke jedes seiner Einzeltöne bestimmt wird. Aus diesem Lautspektrum kann wiederum an Hand einiger Kurven oder einfacher Faustformeln die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Töne durch Verdeckung berücksichtigt und schließlich auch noch die Gesamtlautstärke des Klanges angegeben werden. Weiterhin werden auch die bei Lautstärkemessungen zu beachtenden Fehlerquellen erwähnt und einige Angaben über die Lautstärken von Musik und Geräuschen gemacht. Zum Schluß wird an Hand einiger die Hörbarkeit von Verzerrungen betreffender Beispiele die Zweckmäßigkeit des vorgeschlagenen Weges gezeigt. (W. Janovsky, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 611.) *Sb.*

Verschiedenes.

Jubiläum der Elektrotechnika. — Die ungarische Zeitschrift für Elektrotechnik „Elektrotechnika" vollendet in diesem Jahre ihren 25. Jahrgang. Sie wurde im Jahre 1908 als Organ des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins gegründet und hat sich im Laufe der Jahre unter der Führung bedeutender Fachleute zu einem angesehenen Fachblatt entwickelt. Die Zeitschrift berichtet fortlaufend von den hervorragenden Leistungen der ungarischen Elektrotechnik. Der gegenwärtige Schriftleiter ist Direktor Ernst Wilczek in Pesth (seit 1922).

[1] ETZ 1932, S. 140

AUS LETZTER ZEIT.

Explosionsunglück im Automobilwerke Renault. — Am 6. II. um 10 h 35 m vormittags wurde das Kesselhaus eines älteren Kraftwerkes in der Automobilfabrik der Firma Renault (in Billancourt bei Paris) sowie ein anliegendes, 60 m langes Werkstattsgebäude durch eine Kesselexplosion zerstört, wodurch 9 Arbeiter getötet, 35 schwer und eine größere Anzahl leicht verwundet wurden. Dieses alte Kesselhaus von 16 Kesseln mit 8,5 atü Betriebsdruck arbeitete in der letzten Zeit nur teilweise, da der große Kraftbedarf des Automobilwerkes größtenteils durch ein neues, ganz unabhängiges Hochdruck-Kraftwerk gedeckt ist. Infolge der an einem Maschinensatz dieses neuen Kraftwerkes beobachteten Vibrationen wurde das neue Kraftwerk teilweise stillgelegt, so daß mehrere Kessel des alten Kesselhauses unter Druck genommen werden mußten. Der betreffende Kessel wurde um 7 h 45 m vorm. angeheizt. Nach Angabe eines registrierenden Manometers wurde ein Dampfdruck von 13,4 atü knapp vor der Katastrophe erreicht; die Kesselanlage wurde aber für 15 atü vorgesehen. Die unmittelbare Ursache der Explosion ist noch nicht festgestellt, da eine eingehendere Untersuchung erst nach erfolgten Abräumungsarbeiten stattfinden wird. Schlechte Pflege der Kessel während der langen Stillstandsperiode kommt nicht in Frage, da der betreffende Kessel noch unlängst im Betrieb war. Kesselstein oder Korrosion scheinen deshalb Ursache des Unglücks zu sein. —*ak.*

Digitized by Google

Elektrisches Krematorium. — Die Firma Brown, Boveri & Cie., Baden, wird für das Krematorium des schweizerischen Städtchens Bienne einen elektrischen Ofen bauen, u. zw. nach einem Entwurf des Lehrers Keller am Technikum Bienne. Dieser elektrisch geheizte Krematoriumsofen dürfte der erste seiner Art sein.

Das Bayer-Kreuz in Leverkusen. — Auf dem Werk Leverkusen der I. G. Farbenindustrie AG. wurde die größte freihängende Lichtreklame der Welt, das sogenannte Bayer-Kreuz, eingeweiht. Das Lichtzeichen ist bei Nacht in einem Umkreis von rd. 7 km² sichtbar. Der das Kreuz umspannende Leuchtkreis hat einen Durchmesser von 72 m; jeder der Buchstaben besitzt eine Höhe von 12 m. Das Lampennetz ist an zwei 55 m voneinander entfernten Schornsteinen angebracht, die mit einer Höhe von 125 m zu den höchsten Kaminen der Welt zählen.

Zusammenschluß in der Sofina-Gruppe. — Die Sofina hat sich in den letzten Jahren für eine stärkere Konzentration ihrer in Belgien tätigen Gesellschaften eingesetzt. Sie bezweckt damit die Erreichung eines einheitlichen Zusammenarbeitens der privaten Stromverteilungsgesellschaften und der industriellen Eigenproduzenten, die miteinander in einem mehr oder weniger offenen Wettbewerbskampf stehen. In diesen Konzentrationsbestrebungen der Sofina ist jetzt ein weiterer Fortschritt durch den Plan einer Zusammenfassung der Centrale Electrique de l'Entre-Sambre-et-Meuse, Auvelais (Stromabgabe 1931 70,6 Mill kWh, Zahl der Abnehmer Ende 1931 44 605) und der Société d'Electricité de la Région de Malmédy (Serma), Brüssel (Stromabgabe 1931 22,9 Mill kWh) zu verzeichnen. Im Falle der Durchführung dieses Planes, bei dem die Centrale Electrique die aufnehmende Gesellschaft wäre, würde eine straffere Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung in Ostbelgien erreicht werden.

Donau-Wasserkräfte. — Rumänien und Jugoslawien planen den Bau eines Donau-Wasserkraftwerkes am Eisernen Tor, wodurch die Schiffahrtsverhältnisse wesentlich verbessert werden.

Kraft aus dem Himalaya. — Die Wasserkräfte des Himalaya für die nächstgelegenen indischen Gebiete zu verwenden, ist die Aufgabe eines gewaltigen technischen Unternehmens, dessen erster und wichtigster Teil bereits vollendet ist und das in etwa 10 Monaten in Betrieb genommen werden soll. Der Himalaya wird dann 47 Städte des Pandschab- und Mandi-Gebietes mit Elektrizität versorgen, die aus seinen Wasserkräften gewonnen ist. Ein Studium der in Indien vorhandenen Wasserkräfte im Jahre 1924 ergab die Tatsache, daß das Pandschab und die indischen Bergstaaten, die darüber gelegen sind, in ihren Bergen eine Kraftquelle von 2½ Mill PS besitzen, deren Ausnutzung sich durchaus lohnt. Der Plan, der jetzt zur Durchführung gelangt ist, wurde der Mandi-Plan genannt, weil die Hauptkraftwerke im Tale des Uhl-Flusses im Reich des Raja von Mandi liegen.

Neue Sender im Ausland. — Nach einer Mitteilung des Weltrundfunkvereins werden in Dänemark im kommenden Frühjahr als Ersatz für die bisherigen Sender Kalundborg und Kopenhagen ein 60- bzw. ein 10 kW-Sender in Betrieb genommen. In Frankreich werden bis Ende 1933 folgende neue Rundfunksender errichtet: Paris (120 kW), Lyon (90 kW), Toulouse (120 kW), Lille (60 kW), Rennes (120 kW), Marseilles (60 kW), La Brague (60 kW). Lettland sieht für November 1933 die Eröffnung eines 25 kW-Senders in Kuldiga vor.

Schweiz — Radioindustrie. — Die N. Zür. Zg. veröffentlichte kürzlich im Zusammenhang mit der vom schweizerischen Bundesrat verfügten Einfuhrbeschränkung für Radioapparate eine Prüfung der „Aussichten der schweizerischen Radioindustrie" aus Kreisen der Radioimporteure. Danach wird der zur Arbeitsbeschaffung für die besonders notleidende Uhrenindustrie von den Bundesbehörden geforderte Aufbau einer schweizerischen Radioindustrie von einem der besten schweizerischen Sachkenner, Prof. Dr. Zickendraht, mit Rücksicht auf die Patentlage als gefährliches Abenteuer bezeichnet. Die Erfolgsaussichten dieser Industrie werden auch vom wirtschaftlichen Standpunkt als ungünstig beurteilt.

Verstaatlichung des Rundfunks in Norwegen. — Der Vorschlag des Post- und Telegraphenkomitees betreffend Verstaatlichung des norwegischen Rundfunks ist vom Parlament angenommen worden. Im Zusammenhang mit dieser Maßnahme ist zu erwarten, daß nunmehr auch der bereits vor längerer Zeit aufgestellte große Landesplan, der 43 Stationen und damit die Schaffung neuer und den Ausbau alter Sendestationen vorsieht, allmählich u. zw. innerhalb von 3 Bauperioden verwirklicht wird.

Ausbau des Rundfunkwesens in Brasilien. — Die Sendegesellschaft Radio Club do Brazil in Rio de Janeiro plant die Errichtung einer neuen Sendeanlage mit einer Leistung von 12 kW. Die Lieferung soll mit der zum Konzern der International Telephone & Telegraph Corp., New York, gehörenden International Standard Electric Corp. bereits abgeschlossen sein. Die Betriebsaufnahme des neuen Senders ist für den 1. VI. 1933 in Aussicht genommen.

Jubiläum. — Am 1. III. 1933 feierte Herr C. H. Walkenhorst das Jubiläum seiner 25jährigen Tätigkeit in der Firma Mielewerke AG., Gütersloh i. Westf., als Direktor der Firma. Er hat sich um die Entwicklung der Gesellschaft sehr große Verdienste erworben.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 14. März 1933, 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Obering. Calliess über das Thema: „Einiges aus der Elektrizitätsverteilung über große Gebiete".

Inhaltsangabe:

1. Besondere Merkmale der Elektrizitätsverteilung über große Gebiete.
2. Leitungsnetz für Hoch- und Niederspannung.
3. Umspannwerke, Schaltstationen und Ortsnetzstationen.
4. Zähler, Schutzeinrichtungen, Blindstrom-Bekämpfung, Nachrichtenwesen.

Die Herren, die sich an der Aussprache über den Vortrag beteiligen wollen, haben dies dem Vorsitzenden vor Beginn der Sitzung mitzuteilen; die Vorführung von Lichtbildern durch Diskussionsredner ist von der Zustimmung des Vorsitzenden abhängig.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden. Ohne Karten kein Zutritt.

Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß
für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.
Der Vorsitzende:
Dr. Rehmer.

Digitized by Google

Fachsitzung

für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am 8. November 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vortrag

des Herrn Prof. Dr.-Ing. Lubberger über das Thema:

„Die Fernsprech-Versorgung großer Städte"

nebst

Besprechung.

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Der Vortragende behandelt die Frage, ob man in einer Großstadt mit einem einzigen Stadtnetz für Orts-, Schnell- und Fernverkehr auskommen könne. Zunächst werden die Orts-, Schnell- und Fernverkehrs-Einrichtungen von Berlin, Wien, Tokio, London, New York, Paris und Moskau, dann als größte Ericsson-Anlage: diejenige von Stockholm gezeigt. Für den Ortsverkehr haben Berlin, Wien, Tokio und London Schrittschaltwähler-Systeme, die anderen Städte maschinenangetriebene Systeme, New York Stangenwähler, Paris Rotary, Stockholm und Moskau Ericsson-Systeme. Nur Wien ist hundertprozentig vollautomatisch. Die Städte mit 1000 km² Fläche haben Knotenämter für die Zusammenfassung des Ortsverkehrs; die unter 300 km² haben noch keine Knotenämter. Für den Schnellverkehr haben Paris und London zwei Ämter, alle anderen Städte eins. Jede Stadt hat nur ein Fernamt. New York hat für Schnell- und Fernverkehr nur ein Amt, weil über 90 % des Verkehrs „schnell" hergestellt werden. Für die Verbindung von Wählerämtern zu Handämtern und umgekehrt besitzt jede Stadt andere Einrichtungen. In Moskau wählt der Wähleranschluß die gesamte Handamtsnummer über vollautomatische Wähler, die parallel zum Handamt liegen. In den meisten Städten erscheint die gewünschte Handamtsnummer auf einem Lampenfeld. Die B-Beamtin ist „stumm". In Berlin fragt eine B-Beamtin ab. Umgekehrt von Hand- zu Wählerämtern sind überall halbautomatische Einrichtungen verschiedener Art eingebaut. Abgesehen von dem Netz der Teilnehmerleitung hat Berlin 4 Amtsverbindungsnetze, Paris 6, London 9 usw., die anderen genannten Städte haben auch etwa 4 oder 5 solcher Netze. Bisher wurde die Möglichkeit eines einzigen Stadtnetzes mit Rücksicht auf die zu große Dämpfung der Ortsverbindungsleitungen in Verbindung mit dem Fernverkehr verneint. Der C.C.I. läßt für Verbindungen vom Fernamt zu einem Teilnehmer nur 1 Neper zu, während eine Ortsverbindung etwa 1,5 Neper für die eine Hälfte einer Ortsverbindung ergibt. Nun hat die neueste Verstärkertechnik (bei Siemens) einen „Kleinverstärker" von 0,5 Neper gebracht. Wenn eine Ortsverbindungsleitung für ein Ortsgespräch gebraucht wird, so bleibt sie unverstärkt. Wenn die gleiche Leitung für ein Ferngespräch benutzt wird, schaltet sich der Kleinverstärker selbsttätig ein. Ferner hat man z. B. in England begonnen, die Fernleitungen für eine Restdämpfung 0 zu verstärken, so daß die ganze zulässige Dämpfung von 3 Neper in die beiden Stadtnetze an den Enden der Fernleitung gelegt werden kann. Das Umbauen der vorhandenen Stadtnetze auf ein einheitliches Stadtnetz für alle Verkehrsarten kann selbstverständlich nur langsam erfolgen. Aber Städte, die noch groß werden wollen, sollten diese Neuerungen auf dem Verstärkergebiet berücksichtigen.

Hinsichtlich der Tarife wurden im Vortrag nur die Gebühren für einen Hauptanschluß erwähnt. In der Tariffrage nimmt der Vortragende folgende Stellung ein: Die festen Kosten, die durch Grundgebühren abzugleichen sind, haben für Hand- und Wählerbetrieb gleichen Charakter. Die veränderlichen, von der Verkehrsstärke abhängigen Kosten werden im Handbetrieb im wesentlichen durch die Belegungszahlen, im Wählerbetrieb durch die Belegungsdauer bestimmt. Daher ist eine Grundgebühr für die Abdeckung der festen Kosten und in einem Handbetrieb eine Gesprächszählung, im Wählerbetrieb eine Zeitzählung zur Abdeckung der veränderlichen Kosten die richtigste Form. Von allen Großstädten hat nur Wien die Zeitzählung für Ortsverbindungen eingeführt.

An den Vortrag knüpft sich nachstehende Besprechung:

Herr **P. R. Arendt:** Der Vortrag des Herrn Professor Dr. Lubberger hat mir Mut gemacht, mich ebenfalls zu äußern, um einen Punkt, den der Herr Vortragende auch erwähnte, vom Standpunkte des Fernsprechteilnehmers aus zu betrachten und beispielsweise Berlin und London zu vergleichen. In London kann ein Teilnehmer, der automatisch angeschlossen ist, jeden anderen Teilnehmer automatisch erreichen. Das geschieht mit Hilfe des optischen Nummernanzeigers. In Berlin muß dieser Teilnehmer sich zweimal abfragen lassen und eine Kennziffer im Kopf behalten, die von dem Namen des Handamtes verschieden ist. Ich sage das nicht, um unserer Postverwaltung einen Vorwurf zu machen, denn ich weiß, daß das Berliner System in dieser Beziehung billiger ist. Was die Benennung der Ämter betrifft, so kann man in London die drei ersten Buchstaben des Amtes wählen; sie stehen im Telephonbuch dick gedruckt. In Berlin jedoch muß man die Buchstabenkennzeichnung genau kennen. Wenn man z. B. das Amt Zehlendorf haben will, muß man H 4 angeben. Das versteht der andere aber nicht, und man muß sagen: Heinrich 4 und nicht Anna 4.

Eine andere Frage betrifft die Bündelung zwischen den einzelnen Ämtern. Ich verstehe zwar die Vorzüge des Berliner Systems, aber ich könnte mir vorstellen, daß man es in anderen Ländern aus ökonomischen Gründen anders gemacht hat. Man hatte bereits ein Netz, als man zur Automatisierung schritt. Es waren überall Handämter vorhanden, die kreuz und quer miteinander verbunden waren. Wenn man nun eine allgemeine Automatisierung einführt und das Berliner System der Bündel benutzen will, dann muß man vielleicht überall neue Leitungen legen. Es könnte also sein, daß dieser Kostenpunkt die anderen Verwaltungen bewogen hat, die etwas umständlicheren Verbindungen zwischen den einzelnen Ämtern vorzuziehen.

Zum Schluß möchte ich auf das Anrufsucher-System hinweisen, da der innere Aufbau die Eigenschaften des Leitungssystems beeinflußt.

Vortragender: Der Vorredner meinte, das zweimalige Abfragen in Berlin sei unbequem. Wenn man in Berlin optische Nummernanzeiger einbauen wollte, dann würde das etwa soviel kosten wie 30 000 Wähler-Anschlüsse kosten. Diese außerordentlich komplizierte Einrichtung müßte nach dem Ausbau der Handämter verschrottet werden.

Dann meinte der Vorredner, es sei bequemer, die ersten drei Buchstaben zu wählen. Der Teilnehmer muß für Holborn Hol wählen. Der Engländer sagt aber Hoborn und wählt Hob, also ein unrichtiges Amt. Genau so ist es bei anderen Ämtern. Der Teilnehmer soll so wählen, wie geschrieben wird; also z. B. beim Amt Wall nicht val. Er wählt dann prompt 4 Ziffern: Wall. Daß er nur drei Buchstaben wählen darf, behält er nicht. Auch in London muß man buchstabieren wie bei uns.

Herr **Langer:** Herr Professor Lubberger hat bereits die Schwierigkeiten der Engländer bei der Nummernwahl durch die Komplikation in der Teilnehmerbezeichnung erwähnt. Nach meinen Erfahrungen haben dort sogar Fachleute Schwierigkeiten wegen des erheblichen Unterschiedes zwischen Schreibweise und Aussprache der Amtsnamen. Die einfachste Nummerierung ist anzustreben, weil beim Telephonieren die Gedanken sich nicht immer auf die Teilnehmernummer allein konzentrieren können.

Was die Einführung von Knotenämtern und die Bündelung der Leitungen anbetrifft, so wird entgegengehalten, daß man nicht deshalb plötzlich das Netz ändern könne. Wenn das auch zunächst richtig erscheint, so wird man doch nicht bei der alten Netzgestaltung bis in die fernste Zukunft verharren können, weil eines Tages sich doch mit dem Wachstum der Anlagen die Zweckmäßigkeit der Knotenämter und der Leitungsbündelung besonders für die Peripherieämter ergeben wird. Eine plötzliche Umänderung der Netze ist aber gar nicht notwendig; man braucht nur bei der jährlichen Vergrößerung die neuen Kabel nach dem neuen Plan zu verlegen, um nach einiger Zeit zwanglos zu der neuen Netzgestaltung mit Knotenämtern zu kommen. Die Umänderung größerer Anlagen dauert stets längere Zeit, 10—20 Jahre und mehr, wie die Beispiele von Berlin und London beweisen. Je frühzeitiger aber begonnen wird, um so weniger Kosten werden entstehen.

Die Verwendung von VW. oder A.S. in der Form von Drehwählern oder Hebdrehwählern in automatischen Anlagen kann beliebig erfolgen je nachdem, welchem Wähler man den Vorzug gibt. Diese Frage ist unabhängig von der Einfügung der Knotenämter.

Herr **Sienang:** Der Vortrag des Herrn Prof. Lubberger hat nicht nur die technische Seite des Aufbaues großer Fernsprechanlagen, sondern interessanterweise auch die Gebührenfrage behandelt. In der Diskussion sind bisher nur die alten Streitfragen über „System und

Digitized by Google

Betriebsart, Anrufsucher oder Vorwähler" in den Vordergrund getreten. Dieser Streit wird wohl nie behoben werden, solange es denkende Techniker gibt, denn ohne ihn stände die Entwicklung still. — Ich vermisse aber ein Eingehen auf die Gebühren-Tariffrage, die doch eng verbunden ist mit dem Fernsprechamtsbau, zumal da Herr Prof. LUBBERGER einige auffällige Beispiele über Gebührentarife anführte. Vergleichen wir nur Wien und Stockholm.

Die Wiener haben anscheinend ein technisch recht luxuriöses automatisches Fernsprechsystem erhalten, indem es unter anderem Zeitzähler pro Teilnehmer besitzt. Herr LUBBERGER sagte uns, daß die Wiener Postverwaltung sich die Telephongespräche ihrer Teilnehmer vom Zeitpunkt des Fernhörerabnehmens bis zum Wiedereinhängen bezahlen läßt, also einen Zeittarif eingeführt hat. Für jeden auch wirtschaftlich denkenden Techniker ist es allerdings eine Selbstverständlichkeit, daß die Benutzung technischer Einrichtungen bezahlt werden muß, also auch beim automatischen Fernsprechamt, was in Wien anscheinend gründlich befolgt wird. Demgegenüber ist die Deutsche Reichspost ihren Fernsprechteilnehmern gegenüber geradezu generös, denn sie läßt sich eingeleitete Verbindungen nicht bezahlen, wenn der gewählte Teilnehmer seinen Hörer nicht abhebt, also nicht anwesend ist, trotzdem aber der Anrufende die Amtseinrichtung teilweise benutzt und für sich belegt hatte. Das ist — kraß geschildert — dasselbe, als wenn man von Berlin nach Frankfurt reist, um jemand zu besuchen, und wenn dieser nicht angetroffen wird, die Reichsbahn das Fahrgeld zurückerstattet.

Wie kommt die Wiener Postverwaltung dazu, ihren immerhin verarmten Fernsprechteilnehmern so viel Geld für das Telephonieren abzunehmen, während dem gegenübergestellt der wohlhabende Stockholmer Teilnehmer verhältnismäßig wenig zu bezahlen hat? — Wenn ich Herrn Prof. LUBBERGER richtig verstanden habe, ist diesem für geringste feste Gebühr ein Zonenradius von etwa 70 km eingeräumt. Man wird natürlich sagen können, „Die angewandten Systeme und die verschiedenen Größen der Anlagen haben entsprechend unterschiedliche Anlagekapitalien usw., denen der Gebührentarif angepaßt werden muß". Ich glaube aber, daß die Amortisationszeit für das Anlagekapital doch meist in den Händen derjenigen liegt, die auch den Gebührentarif formen, den sie mithin auch weitestgehend günstig für die Teilnehmer gestalten könnten.

Über all diese Punkte habe ich Ausführungen vermißt. Wir Fernsprechtechniker sollten uns aber nicht nur um unsere Technik allein kümmern. Wir leben mehr denn je im Zeitalter der Wirtschaftlichkeit und daher sollten wir uns bei den Fragen um Konstruktion und Organisation von Fernsprechanlagen auch für Gebührentariffragen mit interessieren.

Herr **Stöckel:** Ich glaube, daß eine Behandlung der Tariffragen über den Rahmen dieses Vortrags hinausgegangen wäre. Es ist nicht möglich, Tarife allein nach den laufenden Gebühren zu vergleichen. Wenn hier mehrfach der billige schwedische Tarif angeführt worden ist, so darf man z. B. nicht vergessen, daß der Freikreis, innerhalb dessen die Anschlußleitung kostenlos hergestellt wird, in Schweden nicht wie bei uns 5 km, sondern in größeren Orten nur 2 ··· 3 km beträgt, und daß in kleineren Orten der Teilnehmer die Anschlußleitung durchweg besonders bezahlen muß. Außerdem wird in den kleinsten Netzen der Betrieb ganz auf Kosten der Teilnehmer abgewickelt, welche die Räume und das Personal stellen müssen. Ein Vergleich der Tarife muß alle diese Umstände berücksichtigen. Ich glaube daher, daß die Tariffragen, die sehr interessant und von großer Wichtigkeit sind, lieber in einem besonderen Vortrag behandelt werden sollten.

Herr **Hirschberg:** Der Techniker, der zu der vorgeführten spannenden Mannigfaltigkeit einen einheitlichen Gesichtspunkt finden wollte, wird in mancher Hinsicht nicht ganz befriedigt geblieben sein. So war es, um mit etwas weniger Wichtigem zu beginnen, nicht ganz streng methodisch, wenn z. B. der Herr Vortragende Stockholm als eine Stadt vom Range der übrigen gewählt hat, so lehrreich es an sich war, dies Beispiel einer Ausführung nach dem Ericssonsystem kennen zu lernen. Selbst der Umstand, daß Stockholm gegenwärtig eine ungewöhnliche Teilnehmerdichte aufweist, kann es nicht in Vergleich mit New York, London, Berlin setzen, bei welchen gerade die Schwierigkeit, in Zukunft eine so große Anzahl von Anschlüssen zu bewältigen, auftreten wird.

Das Gefühl der Nichtbefriedigung wird hauptsächlich dadurch hervorgerufen, daß so viele untereinander verschiedene Lösungswege für eine Aufgabe nebeneinanderlaufen. Wer als Techniker die Weltgroßstädte besucht, sieht bei all ihren sonstigen Eigenheiten, sozusagen, den Ruhepol in der Flucht der Erscheinungen gerade darin, daß überall die Verkehrseinrichtungen ähnlich sind oder in den Typen gleich zu werden das Bestreben haben. Hier aber sieht man von vornherein weitgehende, sich in drei Hinsichten äußernde Verschiedenheiten: erstens in der Systemwahl für die Automatisierung, zweitens im Ausbauplan und dem Grade seiner Durchführung und drittens in der Anpassungsfähigkeit an eine etwaige Vereinheitlichung der Typen.

Ich gehe noch kurz auf die einzelnen Beispiele ein. Zunächst Berlin. Was seine Systemwahl für die Automatisierung anlangt, so ist sie für Berlin ebenso wie der Bauplan selbst als abgeschlossen zu betrachten. Wenn der Ausbau noch nicht fertig ist, so hat die Geldversteifung daran schuld, sonst wäre Berlin sicherlich schon automatisiert. Die dritte Frage der Eignung und Anpassungsfähigkeit an ein Einheitssystem möchte ich nicht beantworten, sondern nur bemerken, daß das Berliner System m. E. jedenfalls mit zu denjenigen wenigen Beispielen gehört, die die größte Konsequenz in der Anwendung ganz bestimmter einheitlicher Grundsätze beim Durchführungsplan der Vollautomatisierung auf lange Sicht uns gezeigt haben.

London allein hat schon deswegen ein weniger einheitliches System, weil es ein an sich dekadisches System (Hunderter-Schrittwähler) mit Speicherung und Umrechnung verknüpft. Zu den vom Herrn Vortragenden erwähnten zwei Gründen kommt noch ein dritter Grund hinzu, der für die Wahl der Speicherung und Umrechnung im „Direktor-System" hauptsächlich maßgebend war, nämlich die Notwendigkeit, den Ausbauplan der Automatisierung über eine große Zeitspanne zu verteilen, und damit die Unmöglichkeit, sogleich die erforderliche Neueinteilung der Ämter durchzuführen. Das Londoner System braucht die Speicherung und Umrechnung eigentlich nur für die Amtsnummer; nichtsdestoweniger müssen die vier letzten Ziffern der Rufnummer ohne Umrechnung mitgespeichert und gesendet werden. Man fragt sich, warum werden nicht auch die Vorteile der Umrechnung hinsichtlich der letzten vier Ziffern ausgenutzt? Insbesondere wäre es gerade in einem so großen Netz wie London möglich gewesen, mittels „Großgruppenwähler" die Leitungen zu großen Bündeln zusammenzuziehen und gleichzeitig beim Senden in nicht dekadischer Weise eine kleinere Stellenzahl zu erzielen. Nebenbei will ich erwähnen, daß sich London nur die einfache Vorwahl geleistet hat, mit der Begründung, man könne mit 25teiligen Vorwählern und mit Staffeln genau das Gleiche erreichen wie mit der doppelten Vorwahl.

Nach dem im Vortrag über die Automatisierung des Moskauer Netzes Gezeigten muß es scheinen, als ob hier eine andere Art von Uneinheitlichkeit einer Lösung vorliege: Moskau hat offenbar versucht, das für die Automatik so wertvolle Prinzip der Dezentralisation mit dem für Handämter als zulässig befundenen Prinzip „höchste Zentralisation" zu vermengen. Als einem früheren Mitarbeiter am Aufbau des Moskauer Netzes ist mir gut bekannt, daß seine frühere Fernsprechversorgung durch nur eine (zuerst handbediente, dann halbselbsttätige) Vermittlungsstelle mit einem Klinkenvielfach von 50 000 trotz ihrer Gewagtheit eine gelungene einheitliche Lösung war, weil sie dem Stadtbild und einem Bauplan auf eine bestimmte Zeit entsprach. Moskau bildete viele konzentrische Ringe mit höchster Dichte im ersten Ring, so daß das Kabelnetz um die eine Zentrale eine hohe Wirtschaftlichkeit ergab. Beim Übergang auf das Automatische erscheint die Beibehaltung des großen Vielfachs für die Leitungswähler als eine Kompromißlösung. Es wäre vielleicht richtiger gewesen, einen ganzen Schritt zu tun und richtige Verteilung und Bündelung mit einer Vielzahl von kleineren Amtseinheiten in Angriff zu nehmen.

Was New York betrifft, so sehen wir dort, soweit dies aus dem Vorgetragenen hervorgeht, einen noch unklaren Automatisierungsplan.

Bei Paris hat das vorgeführte Schema der Gruppenwähler ohne die vor ihnen liegenden Speicher und Umrechner eine unrichtige Vorstellung erweckt. Mit ihnen ist die Möglichkeit gewährt, weitere Netzgruppen anzufügen. Im übrigen ist die Sachlage für Paris insofern der für Berlin ähnlich, als System und Bauplan klargestellt sind. Allerdings ist Paris besser daran, weil es mehr Geld für den Ausbau flüssig hat.

Digitized by Google

Wien ist zwar automatisiert, hat sich aber viele Besonderheiten geleistet, wie die jetzt auch im Schrifttum angefochtene Zeitzählung.

Zusammenfassend kann ich sagen: Für den Techniker ist gerade die Frage noch vollkommen offen geblieben, die uns wohl am meisten interessiert, nämlich: Wird sich die Automatisierung für die allergrößten Netze, wie z. B. New York, ebenso glatt und einwandfrei durchführen lassen, wie dies für die Netze mittleren und kleineren Umfanges erreicht und erreichbar ist? (Beifall.)

Vortragender: Der letzte Redner bemängelt, daß ich auch das Stockholmer Netz angeführt habe, obwohl Stockholm keine Großstadt ist. Der Grund ist, wie ich schon sagte, daß Stockholm das größte Ericssonsystem hat. Außerdem bot Stockholm doch eine sehr interessante Freizone, die eine eigentümliche Erscheinung ist.

Weiter wurde die Frage berührt, ob die Systeme abgeschlossen seien. Gott sei dank, nicht! Denn sonst hätten wir Techniker nichts mehr zu tun.

Vorsitzender: Der lebhafte Widerhall, den der Vortrag des Herrn Prof. Dr. LUBBERGER in der Besprechung gefunden hat, und der Beifall, den Sie ihm gezollt haben, zeigt, daß Herr Professor LUBBERGER ein Gebiet behandelt hat, das uns alle sehr interessiert. Wir sind seinen Darlegungen mit großer Teilnahme gefolgt, und ich möchte mich einem Herrn Diskussionsredner anschließen: Wir hätten ihm auch noch gern länger zugehört. (Beifall.)

Ich schließe die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte. Kommission für Schaltgeräte.

Durch die „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber L.S.G./1932“ ist eine Änderung der Kriech- und Luftstrecken sowie der Prüfspannungen der R.E.A. und R.E.S. notwendig geworden. Die zuständigen Kommissionen beantragen daher, den § 51 der R.E.A./1928 und den § 44 der R.E.S./1928 durch nachstehende Fassung mit obigen Leitsätzen in Übereinstimmung zu bringen.[1]

Bei der in diesem Zusammenhange notwendig gewordenen Überprüfung der Kriech- und Luftstrecken für Geräte unter 1000 V wurde eine Angleichung der bisherigen Werte für Geräte bis 25 A Nennstrom an die Werte der K.P.I./1928 als zweckmäßig empfunden, da Geräte dieser kleinen Stromstärken, die nach K.P.I. ausgeführt sind, in der Praxis ausreichende elektrische Sicherheit gezeigt haben. Unter Berücksichtigung internationaler Bestrebungen wurden jedoch die Werte der Kriech- und Luftstrecken gegenüber den bisherigen Werten der K.P.I. zum Teil vergrößert.

Außerdem wurde bei dieser Gelegenheit in Aussicht genommen, einige weitere Änderungen vordringlicher Art an den R.E.A. und R.E.S. vorzunehmen, über die näheres aus den unten folgenden Entwürfen zu ersehen ist.

Es ist beabsichtigt, die Änderungen der Jahresversammlung 1933 zur Beschlußfassung und Inkraftsetzung ab 1. Januar 1934 vorzulegen.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. April 1933 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Entwurf 1.

A. Änderungen an den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A.“

§ 51 a).

Kriech- und Luftstrecken.

Die nachstehend angegebenen Kriech- und Luftstrecken (Schlagweiten) dürfen nicht unterschritten werden.

Tafel.

Nennspannung V	Kriechstrecke bis 25 A a[1]	Kriechstrecke bis 25 A b[2]	Kriechstrecke über 25 A	Luftstrecke bis 25 A a[1]	Luftstrecke bis 25 A b[2]	Luftstrecke über 25 A
250, 380	4	6	10	3	6	7
550	6	10	12	4	10	10
750	20		20	20		20
1000	–		25	–		20
3000	–		50	–		35
6000	–		100	–		75
10000	–		125	–		100

[1]) zwischen Spannung führenden Teilen verschiedener Polarität.
[2]) zwischen Spannung führenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand.

Bei Anwendung der unter a) und b) genannten Kriech- und Luftstrecken für Geräte bis 25 A sollen solche Isolierstoffe verwendet werden, die nicht zur Ausbildung von leitenden Kriechwegen unter dem Einfluß von Staub oder Feuchtigkeit neigen, falls nicht die Konstruktion so getroffen ist, daß das Eindringen von Staub oder Feuchtigkeit (z. B. durch Kapselung, Ölfüllung u. dgl.) oder die Bildung von zusammenhängenden Staub- und Feuchtigkeitsschichten (z. B. durch Rippen) oder das Einbrennen leitender Spuren durch geeignete Oberflächenbehandlung verhindert ist.

§ 51 b).

Prüfspannungen.

Die Spannungsprobe der Anlasser und Regler ... (Text wie bisher) ... während 1 min eingehalten werden.

Nennspannung V 250 550 750 1000 3000 6000 10000;
Prüfspannung V 2000 2500 3000 5000 11000 20000 32000.

Angebaute Hilfsmotoren ... (Text wie bisher) ...

Maschinen mit einer Nennleistung von 1 kW an bis zu einer Nennspannung von 1000 V mit der Prüfspannung $2\,U + 1000$, mindestens aber 1500 V, also

Nennspannung V	110	220	400	550	750
Prüfspannung V	1500	1500	1880	2100	2500

... nicht merklich erwärmen.

B. Änderungen an den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S.“.

§ 44.

Die nachstehend angegebenen Kriech- und Luftstrecken (Schlagweiten) dürfen nicht unterschritten werden.

Nennspannung V	Kriechstrecke bis 25 A a[1]	Kriechstrecke bis 25 A b[2]	Kriechstrecke über 25 A	Luftstrecke bis 25 A a[1]	Luftstrecke bis 25 A b[2]	Luftstrecke über 25 A
250, 380	4	6	10	3	6	7
550	6	10	12	4	10	10
750	20		20	20		20
1500	–		25	–		20
2200	–		37	–		30
3000	–		50	–		35

[1]) zwischen Spannung führenden Teilen verschiedener Polarität.
[2]) zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen oder der Wand.

Bei Anwendung der unter a) und b) genannten Kriech- und Luftstrecken für Geräte bis 25 A sollen solche Isolierstoffe verwendet werden, die nicht zur Ausbildung von leitenden Kriechwegen unter dem Einfluß von Staub oder Feuchtigkeit neigen, falls nicht die Konstruktion so getroffen ist, daß das Eindringen von Staub oder Feuchtigkeit (z. B. durch Kapselung, Ölfüllung u. dgl.) oder die Bildung von zusammenhängenden Staub- und Feuchtigkeitsschichten (z. B. durch Rippen) oder das Einbrennen leitender Spuren durch geeignete Oberflächenbehandlung verhindert ist.

Ausgenommen von diesen Bestimmungen sind die Innenteile gekapselter Sekundärrelais; jedoch muß die Außenseite der Klemmensockel dieser Relais den Bestimmungen entsprechen.

§ 63.

Die Tafel 7 wird, wie folgt, geändert:

Digitized by Google

Tafel 7.

	Bestandteil oder Werkstoff	Grenztemperatur	Grenzerwärmung
Stromführende Metallteile	Schaltstücke mit geblätterten Bürsten	70	35
	Schaltstücke mit massiven Kontaktstücken*)	105	70
	. . . . .	—	—

*) Es wird vorausgesetzt, daß Konstruktion und Werkstoff so gewählt sind, daß der Kontaktdruck bei dieser Temperatur nicht beeinträchtigt wird.

§ 67.

In § 67 wird die Tafel 9, wie folgt, geändert:

Tafel 9.

Nennspannung V	250	550	750	1500	2200	3000
Gekürzte Prüfspannung (1 s)	2000	2500	—	—	—	—
Ungekürzte Prüfspannung (1 min) .	2000	2500	3000	6000	8600	11000

VDE-Vorschriftenbuch.

Die neue 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933 ist soeben erschienen. Sie weist inhaltlich besonders starke Veränderungen auf, da nach zweijähriger Pause nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten gegenüber der letzten Auflage neu oder neubearbeitet bzw. geändert ist. Darüber hinaus ist das VDE-Vorschriftenbuch in seinem Aufbau gegenüber den früheren Auflagen gänzlich umgestaltet worden und hat eine Reihe von Verbesserungen erfahren.

Preise:

Die nochmals herabgesetzten Preise betragen:

Für Nichtmitglieder: statt 20,60 RM (1931), 18,55 RM (1932) nur noch **16,20 RM.**

Für VDE-Mitglieder: statt 18,80 RM (1931), 16,95 RM (1932) nur noch **14,60 RM.**

Umtausch-Angebot:

Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur **13,80 RM.**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. — Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung aufzugeben. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

Ein ausführlicher Prospekt wird kostenlos abgegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 16. III. 1933, abds. 8 h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 354 (Eing. Obere Georgstraße): Vortrag Dr.-Ing. Neumann, Berlin, „Der heutige Stand der Lichtbogenschweißung in Deutschland und den wichtigsten Industrieländern, insbes. in den Vereinigten Staaten" (mit Vorführ. eines Schweißtransformators).

Elektrotechn. Verein in Hamburg. 15. III. 1933, abds. 7½ h, Techn. Staatslehranstalten, Lübecker Tor, Aula: Vortrag Dr. Müller-Hillebrand, Berlin, „Über die Häufung von Gewitterstörungen in Mittelspannungsnetzen und deren Einschränkung".

Elektrotechn. Verein Leipzig. 15. III. 1933, abds. 8 h, Gesellschaftshaus-Tunnel, Roßstraße 8: Lichtbildervortrag (gemeins. mit dem Leipz. Bezirksverein des VDI) Ing. H. Honnef, „Windkraftwerke zur Elektrizitäts-Großversorgung".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 10. III. 1933, abds. 8 h, Planetarium, Rathenauplatz 1 a: Vortrag Dr. Hertmann, „Um den nördlichen Polarkreis — die Wegener-Expedition nach Grönland". Vorführ. des Planetarium-Instruments.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Friedrich. — An Stelle des ausscheidenden Geheimrats Dr. Barth wurde der Reichsbahndirektor Dr.-Ing. E. h. Hans Friedrich mit der Leitung der technischen und Betriebsabteilung der Gruppenverwaltung Bayern beauftragt. Dr. Friedrich trat 1897 als Bauingenieur in den Dienst der bayerischen Eisenbahnverwaltung. Nach mehrjähriger Tätigkeit im äußeren Dienste wurde er 1902 an die Generaldirektion berufen und im Neubaudienste verwendet. 1907 übernahm er die Leitung der Betriebs- und Bauinspektion Memmingen und wurde im Jahre 1908 ins bayerische Verkehrsministerium versetzt, wo er am 1. April 1920 die Stellung eines Ministerialrats erreichte. Seit Januar 1921 führt er das Stations- und Neubaureferat der Zweigstelle Bayern des Reichsverkehrsministeriums und der nunmehrigen Gruppenverwaltung. Hierbei befaßte er sich auch mit Aufgaben der Privatbahn-Landesaufsicht und wirkte erfolgreich für den Bau der bayerischen Bergbahnen. In Würdigung seiner Verdienste um das bayerische Verkehrswesen hat ihm jüngst die Technische Hochschule München die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

A. Kruckow. Das Amt des Rundfunkkommissars des Reichspostministers ist mit Wirkung vom 1. III. d. J. endgültig dem Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. August Kruckow übertragen worden.

W. Ohnesorge. Als Nachfolger des Herrn Dr. Kruckow ist der Präsident des Reichspostzentralamts, Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Ohnesorge, zum Staatssekretär im Reichspostministerium ernannt worden. Herr Dr. Ohnesorge, im Jahre 1872 in Gräfenhainichen (Kr. Bitterfeld) geboren, trat 1890 in den höheren Postdienst ein.

W. Ohnesorge.

Er war hauptsächlich in Frankfurt a. M., Hamburg, Dortmund und Berlin tätig, wurde 1924 Abteilungsdirektor bei der Oberpostdirektion Berlin und 1929 Präsident des Reichspostzentralamtes. Dr. Ohnesorge leitete während des Krieges die Telegraphendirektion des Großen Hauptquartiers.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Funkwellen in der Stratosphäre.

In dem Bericht „Funkwellen in der Stratosphäre", ETZ 1932, S. 1062, aus Radio Magazine, Paris, sind Angaben enthalten, zu denen ich, auch im Namen meiner engeren Fachkollegen, folgendes bemerken möchte:

1. „. . . denn es wurde ziemlich allgemein bezweifelt, daß sich die Funkwellen durch die Stratosphäre fortpflanzen." Die Fortpflanzung der elektromagnetischen Wellen durch die Stratosphäre ist von der Wissenschaft niemals in Zweifel gezogen worden.

2. „Anderseits darf man aus den bisher mit Flugzeugen oder Ballons angestellten Funkversuchen, die gezeigt haben, daß die Funkübertragung in senkrechter Richtung weniger leicht ist als in waagerechter oder schräger Richtung . . .". Die Güte einer Übertragung in einer bestimmten Richtung hängt hier wesentlich von der Strahlungs-Charakteristik der verwendeten Antennen ab. Berücksichtigt man diese Tatsache, so erhält man auch bei Verkehr in senkrechter Richtung große Lautstärke, wenn man geeignet polarisierte Antennen verwendet.

3. „. . . die Wissenschaft lehrt, daß sich die Funkwellen an der die obere Luftschicht begrenzenden Heavisideschicht brechen und von ihr zur Erde zurückgeworfen werden, so daß sie nicht bis in die Stratosphäre vorzudringen vermögen". Die Grenze zwischen Troposphäre und Stratosphäre liegt bei etwa 10 km Höhe, der Beginn der Heavisideschicht ist bei etwa 100 km Höhe anzunehmen. Die Heavisideschicht kann also keinesfalls den Übergang der elektromagnetischen Wellen von der Troposphäre in die Stratosphäre verhindern.

4. „Um so undurchdringlicher wird nun das Geheimnis der indirekten Strahlung, die bei Nacht den auf Wellen von 200 ··· 500 m Länge arbeitenden Funkstellen eine besonders große Sendestärke verleihen". Die Ergebnisse von PICCARD haben das Geheimnis der indirekten Strahlung keineswegs undurchdringlicher gemacht, sie stimmen im Gegenteil mit allen bisherigen Erfahrungen völlig überein. Im übrigen können Ausbreitungsvorgänge niemals die Sendestärke erhöhen, sondern nur die Feldstärke am Empfangsort beeinflussen.

Der Vergleich des Referats mit dem Originalartikel zeigt, daß ein Teil der Irrtümer auf falsche Übersetzung und Auffassung des Artikels zurückzuführen ist.

Berlin-Adlershof, 7. II. 1933. K. Krüger.

LITERATUR.

Besprechungen.

Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik. Herausg. vom Elektrotechnischen Verein e. V., Berlin. Bd. 4: Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik. Von Prof. Dr. W. Jaeger. Mit 23 Textabb., darunter 18 Porträts, V u. 101 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 8 RM, geb. 9 RM, für EV-Mitgl. geh. 4 RM, geb. 4,50 RM.

Der Elektrotechnische Verein hat dankenswerterweise den internationalen Kongreß, der im Juli 1932 in Paris als eine Art Jubelfeier der internationalen elektrischen Einheiten stattgefunden hat, zum Anlaß genommen, eine geschichtliche Darstellung der Entstehung der internationalen Maße aus berufenster Feder herauszubringen. Das Büchlein, dem Bildnisse hervorragender Forscher beigegeben sind, ist dem Kongreß bei seiner Eröffnung feierlich überreicht worden. Der Verfasser, in der Welt der Physik und Elektrotechnik bekannt als einer der besten Kenner, hat die ganze Entwicklung miterlebt; seine Darstellung hat daher den Wert einer geschichtlichen Urkunde. Er beginnt mit einer Gegenüberstellung des Standes der elektrischen Meßkunde im Jahre 1881 und in der Gegenwart und mit einigen mehr theoretischen Auseinandersetzungen über Maßsysteme und geht dann zu der eigentlichen geschichtlichen Darstellung über. Die ersten grundlegenden Beschlüsse wurden auf den Pariser Kongressen in den Jahren 1881 bis 1884 gefaßt. Durch sie wurde vor allem die Gründung staatlicher Laboratorien angeregt (PTR, NPL, BSt usw.). Der zielbewußten Arbeit dieser Institute ist es zu verdanken, daß nach einer weiteren Zusammenkunft der Sachverständigen im Jahre 1893 in Chicago für Deutschland im Jahre 1898 ein Gesetz über die elektrischen Maßeinheiten erlassen werden konnte, das noch heute gilt. Mit besonderer Liebe verweilt der Verfasser bei den mühevollen Untersuchungen, die in den Staatsinstituten zur Verwirklichung der theoretisch definierten Einheiten in „Gebrauchsnormalen" und zur genauen Zurückführung dieser Normale auf die Grundeinheiten ausgeführt worden sind und an denen er selbst hervorragend beteiligt gewesen ist; in diesen Abschnitten geht er in interessanter Weise auf zahlreiche meßtechnische Einzelheiten ein, die man an keiner anderen Stelle so bequem finden kann wie hier. Weitere Kongresse fanden statt in St. Louis 1904, Charlottenburg 1905, London 1908, Washington 1910. Die Arbeit der Laboratorien geht aber auch heute noch weiter; der Leser wird in einem besonderen Kapitel mit den neuesten Fortschritten der auf diesem Gebiet außerordentlich entwickelten Präzisionsmeßtechnik bekannt gemacht. Man legt das Buch aus der Hand mit Bewunderung für die ungeheure wissenschaftliche Arbeit, von der es zu berichten weiß, und versteht daher die Gefühle, mit denen der Verfasser zum Schlusse auf die neueren Bestrebungen eingeht, die internationalen Einheiten, auf die so viel Können und Wissen verwandt worden ist, ganz fallen zu lassen und sie durch das „absolute" Ampere, „absolute" Ohm usw. zu ersetzen. Hier spukt noch immer der alte Aberglaube, die absoluten Einheiten seien die idealen Einheiten und „frei von jeder Willkür", die internationalen dagegen seien vielleicht ganz praktisch, aber mehr oder weniger unwissenschaftlich. Nachdem die Entscheidung zugunsten der absoluten Einheiten gefallen ist, wird der Wissenschaft und Technik nichts übrig bleiben, als dafür zu sorgen, daß wenigstens keine fühlbaren Übergangsschwierigkeiten auftreten. Es muß jedoch festgestellt werden, daß im vergangenen Jahre in Paris ein Jubilar gefeiert worden ist, der bereits in den letzten Zügen lag, ohne daß die Mehrzahl der Teilnehmer dies auch nur ahnte. Das Buch von Jaeger ist die abschließende Darstellung eines Gebietes, dem die Lebensarbeit zahlreicher unserer besten Physiker gegolten hat, das aber schon heute nur noch der Geschichte angehört.

J. Wallot.

Anleitung zu chemischen Übungen an höheren technischen Lehranstalten. Von Dr.-Ing. M. Eitel. Mit 14 Abb. u. 96 S. in kl. 8°. Wissenschaftliche Verlagsges. m. b. H., Stuttgart 1932. Preis geb. 3 RM.

Das Buch ist in dem Bestreben entstanden, bei praktischen Übungen von Nichtchemikern an der Staatlich württembergischen höheren Maschinenbauschule zu Eßlingen als gedruckte Anleitung zu dienen, um dabei die wichtigsten chemischen Handgriffe und Methoden zu vermitteln. Ein solches Buch kann deshalb auch keinen Anspruch darauf erheben, vom Standpunkt des Chemikers aus gewertet zu werden, da es nach seinem Zwecke von vornherein darauf verzichten muß, bei seinem beschränkten Umfange und der Weite des behandelten Gebietes in das chemische Verständnis der den Arbeiten zugrunde liegenden Vorgänge einzuführen. Das Buch behandelt ausgewählte Teile der qualitativen Analyse, der Bestimmung der Härte des Wassers, der Elektroanalyse, der galvanischen Vernickelung, der Metallfärbung und des Korrosionsschutzes, der Gasanalyse, gewisse präparative Arbeiten, die Untersuchung von Ölen, von Eisen und Stahl sowie einiges über die Einrichtungen eines chemischen Laboratoriums. Hierbei ist z. B. die galvanische Vernickelung mit anderthalb Seiten abgetan worden. Es dürfte bei einer solchen Beschränkung des Stoffes ein solcher Leitfaden in der Hauptsache nur zum Gebrauche bei dem darauf zugeschnittenen Praktikum geeignet sein.

Georg Eger.

Das Enteignungsrecht des Bundes. Textausgabe m. Einleitung, Erläuterungen u. Sachregister. Von Dr. jur. F. Hess. 1. Lief. (Inhalt: I. Art. 23 der Bundesverfassung, II. Enteignungsgesetz v. 20. VI. 1930, III. Vollziehungserlasse zum Enteignungsgesetz.) Mit 312 S. in 8°. Verlag Stämpfli & Cie., Bern 1932. Preis geh. 12 Fr.

Das Werk erscheint in zwei Teilen. Die vorliegende erste Lieferung enthält den Text von Artikel 23 der Bundesverfassung der schweizerischen Eidgenossenschaft und das schweizerische Bundesgesetz über die Enteignung vom 20. VI. 1930 mit eingehender Kommentierung. Dem Werke sind ferner die Vollziehungsverordnungen zu dem

Digitized by Google

Enteignungsgesetz nebst dem Verzeichnis der Mitglieder der Schätzungskommission beigegeben.

Bei der Enteignung für elektrische Anlagen gilt hinsichtlich der Inanspruchnahme von Grundstücken, die öffentlichen Zwecken dienen, die Bestimmung von Art. 46 ElG. Hierbei interessiert insbesondere die Bestimmung, wonach die Gemeinde unter bestimmten Voraussetzungen die Mitbenutzung ihres öffentlichen Eigentums für Starkstromanlagen verweigern oder an beschränkende Bestimmungen knüpfen kann. Von Interesse für die Elektrizitätsindustrie ist auch die Bestimmung des Art. 8 des Enteignungsgesetzes: Gehen nämlich durch die Ausführung des Werkes größere Flächen Kulturlandes verloren, so kann die Gewährung des Enteignungsrechtes an die Bedingung geknüpft werden, daß der Enteigner vollen oder teilweisen Ersatz durch Umwandlung von Ödland oder minderwertigem Land in Kulturland beschafft. Zu diesem Zweck kann das Enteignungsrecht erteilt werden. Nach den Erläuterungen hierzu hat man dabei vor allem an die Errichtung von Stauseen für größere Kraftwerke gedacht, durch die gelegentlich ganze Talschaften mit ihren Siedlungen unter Wasser gesetzt werden. In solchen Fällen soll der Enteigner zum Naturalersatz für die enteigneten Liegenschaften verpflichtet werden.

Das Werk sei jedem angelegentlichst empfohlen, der sich über das schweizerische Enteignungsrecht informieren will. Blau.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 4. Vierteljahr 1932[1]. — Der Oktober hatte, nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin, hinsichtlich der Entwicklung der Wirtschaftslage der elektrotechnischen Industrie für die folgenden Monate mehr versprochen, als diese halten konnten. Die im Laufe des Sommers eingetretene schwache Belebung in verschiedenen Teilen der deutschen Wirtschaft, die sich, wie jede Konjunkturveränderung, bei der elektrotechnischen Industrie regelmäßig in einem späteren Zeitraum einzustellen pflegt, hat mit Herbstbeginn einen gewissen, wenn auch sehr geringen Einfluß auf die Geschäftslage der Starkstromunternehmungen ausgeübt. Bei diesen haben sich die Anfragen nach Angeboten gemehrt, und es war auch auf einigen wenigen Gebieten, so aus einigen Zweigen der Industrie, aber auch der Kleinhändler, zu einer geringen Vermehrung der Bestellungen gekommen, so daß die Annahme berechtigt schien, es würde nunmehr eine, wenn auch langsame Besserung eintreten. Diese günstige Weiterentwicklung ist nicht nur unterblieben, vielmehr haben im November von neuem die Aufträge wie auch die Anforderung von Projekten nachgelassen. Dadurch wurde die Beschäftigungslage wieder ungefähr der in den letzten Monaten vor der Berichtszeit erlebten angeglichen. Bei der Schwachstromindustrie waren Anzeichen einer Aufwärtsbewegung noch nicht vorhanden. Als Fortschritt für das Berichtsvierteljahr muß festgestellt werden, daß ein weiterer Rückgang nicht eingetreten ist, so daß wenigstens angenommen werden kann, daß der Tiefpunkt der Krise erreicht ist. Es ist Grund zu der Vermutung vorhanden, daß die für den Oktober gemeldeten schwachen Ansätze einer Besserung sich fortgesetzt hätten, wenn nicht gewisse politische Störungsmomente eingetreten wären, die es bei der Kundschaft nicht zu der nötigen Stärkung des Vertrauens kommen ließen. Die erwähnte schwache Besserung hatte sich lediglich im Inland gezeigt und auch hier nur stellenweise. Wenig umfangreich waren die Abschlüsse mit Reichs-, Staats- und Kommunalbehörden. Der Eingang von Bestellungen seitens der Reichspost war anfänglich gering. Eine Besserung, vor allem die Möglichkeit der Weiterbeschäftigung zahlreicher Arbeiter, ist durch das gegen Ende der Berichtszeit beschlossene Programm für zusätzliche Auftragsvergebung als gesichert anzusehen. Einige Aufträge aus diesem Programm sind bereits erteilt worden. Die Auslandsaufträge sind während des letzten Vierteljahrs in starkem Maße weiter zurückgegangen entsprechend der andauernden Zunahme der vom Ausland der Aufnahme deutscher Elektroerzeugnisse bereiteten Schwierigkeiten. Auch das Russengeschäft hat bisher nur geringe Ansätze der erhofften Belebung gezeigt. Die wenigen Aufträge konnten nur zu unbefriedigenden Preisen hereingenommen werden. —

Amerikanisch-japanischer Glühlampenkrieg. — In den amerikanischen Fachzeitungen wird seit einiger Zeit über die wachsende Glühlampeneinfuhr aus Japan lebhaft Klage geführt. Von 1928 bis 1931 erhöhte sich diese Einfuhr um 140 %, obwohl 1930 der Zoll auf Metallfadenlampen auf 20 und der auf Kohlenfadenlampen auf 30 % festgesetzt worden ist. In der Zeit von 1928 bis 1931 wurden aus Japan nach den V. S. Amerika 37, 44, 40,5 und 70 Mill Glühlampen eingeführt; entsprechend den bisherigen Monatsergebnissen rechnet man für 1932 mit einer Einfuhr in Höhe von etwa 88,8 Mill Lampen. Im Jahre 1931 belief sich der Wert der aus Japan eingeführten Lampen auf 5,05 Mill RM[1]. Die japanischen Glühlampen werden in den V. S. Amerika zu erstaunlich niedrigen Preisen angeboten. Im Durchschnitt belief sich der Wert einer aus Japan eingeführten Glühlampe 1930 auf 11,93 und 1931 auf 8,19 Rpf. Der gesteigerte Wettbewerb in der letzten Zeit ist darauf zurückzuführen, daß die japanische Industrie nicht nur aus den außerordentlich niedrigen Löhnen der japanischen Arbeiter, sondern auch noch aus der starken Entwertung der japanischen Währung Nutzen ziehen kann. Nach amerikanischen Angaben werden japanische Glühlampen vielfach zu einem Sechstel des von amerikanischen Firmen verlangten Preises angeboten. In den V. S. Amerika haben in der letzten Zeit die Unternehmungen auch die Arbeiter an einer verstärkten Abwehr gegen diese Einfuhr zu interessieren verstanden, so daß sich kürzlich bei den Buffalo Lamp Works, die der General Electric Co. gehören, eine Anzahl von Arbeitern und Angestellten zu einem Komitee zusammenschloß, das von der Regierung verstärkten Zollschutz fordert.

Die japanische Glühlampenindustrie, die sich auf etwa 110 Unternehmungen verteilt, besitzt eine Leistungsfähigkeit, die über die Aufnahmefähigkeit des japanischen Marktes weit hinausreicht. Sehr ausgedehnt ist in Japan auch die Anwendung der Heimarbeit, vor allem für die Herstellung von Taschenlampen. Das größte japanische Glühlampenunternehmen, die Tokyo Denki K. K. kann jährlich rd. 40 Mill Glühlampen herstellen. (Electr. Rev. Bd. 111, S. 792; Electr. Wld. Bd. 100, S. 167 u. Bd. 99, S. 975.) *A. Fr.*

Englands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Für Oktober 1932 ergibt die monatliche Statistik einen Einfuhrwert von 5,120 Mill RM[3], d. s. 0,566 Mill RM mehr, als im September festgestellt wurden, aber 9,5 Mill RM weniger gegenüber dem Parallelmonat von 1931. Die Steigerung im Vergleich zum Vormonat betraf u. a. Schwachstromapparate (um 0,138 Mill RM), während der Rückgang gegen den Oktober 1931 sich auf alle Waren erstreckte und u. a. bei Telegraphen und Fernsprechern 2,359 Mill RM, bei Maschinen 2,580 Mill RM ausmachte. Die Ausfuhr betrug 12,411 Mill RM und überschritt damit den im Vormonat erzielten Wert um 2,9 Mill RM, blieb indessen hinter dem Export des Oktober 1931 um 2,780 Mill RM zurück. Bei Maschinen stellte sich diese Verminderung auf 3,055 Mill RM, dagegen war die Ausfuhr von Unterseekabeln sowohl im Vergleich mit dem September wie mit dem Parallelmonat um rd. 1,4 Mill RM größer. In den verflossenen zehn Monaten hat sich der Import um 42,965 Mill RM, die Ausfuhr um 31,9 Mill RM gegen die gleiche Periode des Vorjahres verringert. — Der November 1932 zeigt eine Einfuhr von 4,931 Mill RM und damit eine Abschwächung gegenüber dem Oktober um 0,189, gegen den November 1931 um 13,9 Mill RM. Letztere wirkte sich bei Schwachstromvorrichtungen mit 5,314 Mill RM, bei Maschinen mit 2,15 Mill RM aus. Auf Seite der Ausfuhr wird ein Gesamtwert von 11,238 Mill RM verzeichnet, der um 1,173 Mill RM unter dem des Oktober und um 1,237 Mill RM unter dem im November 1931 erzielten Betrag liegt. Diesem gegenüber ist die Ausfuhr von Maschinen um 1,222 Mill RM gefallen, der Export von Unterseekabeln aber um 0,555 Mill RM gewachsen. Der Vergleich mit den abgelaufenen elf Monaten ergibt eine Abnahme der Einfuhr um 56,864 und der Ausfuhr um 33,137 Mill RM. *fm.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 72, 1168.

[1] 1 RM = 0,2381 $.
[2] Electr. Rev., Lond. Bd. 111, S. 754, 897. Vgl. ETZ 1931, S. 1560; 1932, S. 96.
[3] 1 RM = 0,07 £.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Erwärmungsprobleme“ in Heft 5 der ETZ 1933 hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, auf den uns Herr Prof. Dr. M. Vidmar aufmerksam machte. Auf S. 105 links oben, 5. Zeile, ist in der Formel für q_k als Dimension cal/s, cm² angegeben; dies muß richtig heißen: kcal/m², h, ° C.

Abschluß des Heftes: 3. März 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Verbindungsmuffen für Adervertauschung.

Mitteilung der AEG.

Während man in den Verbindungsmuffen von Niederspannungskabeln die einzelnen Phasen — wenigstens bei den niederen und mittleren Querschnitten — farbenrichtig verbindet und auch die Lage der Phasen an den Kabelenden auf diese Weise ein für allemal festlegen kann, ist dies in den Muffen von Kabeln für hohe Spannungen infolge Platzmangels meistens praktisch unmöglich (Abb. 1).

Die kurzen Biegungen, die man den Niederspannungsadern bei etwa notwendigen Verschränkungen in der Muffenverbindung zumuten kann, sind bei Kabeln für höhere Spannungen wegen der Empfindlichkeit der stärkeren Isolierschichten nicht mehr statthaft.

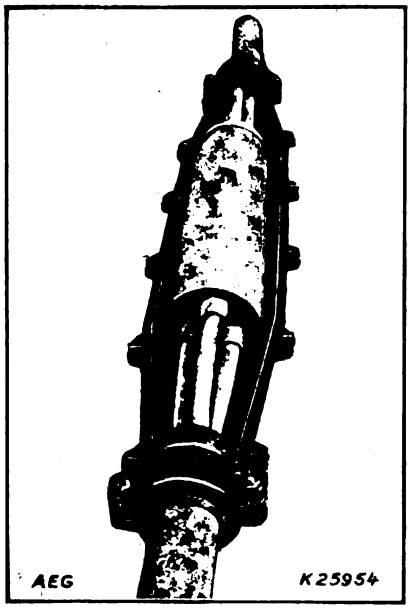


Abb. 1. Normale Verbindungsmuffe.

Die einander gerade gegenüberliegenden Adern müssen deshalb in den Hochspannungskabel-Muffen entsprechend ihrer zufälligen Lage verbunden werden ohne Anwendung gewaltsamer Biegung und ohne Rücksicht auf die Phasenfolge. Die richtige Reihenfolge der Phasen läßt sich aber noch bei der Montage der Endverschlüsse erreichen. Schwierigkeiten treten erst auf, wenn z. B. ein Kabel geschnitten und mit einem anderen verbunden werden muß. Die Phasenfolge in den Endverschlüssen ist dann bereits festgelegt — sofern nicht Endverschlüsse für Phasenvertauschung verwendet wurden *). In der zu montierenden Anschlußmuffe müßte also eine phasengleiche Verbindung hergestellt werden, was jedoch aus den oben geschilderten Gründen meist nicht möglich ist.

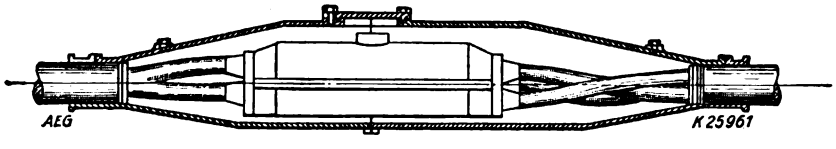


Abb. 2. Unsymmetrische Verbindungsmuffe für Adervertauschung.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei Kabel-Instandsetzungsarbeiten, bei denen eine farbengleiche Verbindung der Phasen oft undurchführbar ist. Um nun das in diesen Fällen zwecks Erzielung der richtigen Phasenfolge erforderliche Umklemmen der Zuleitungen zu den Sammelschienen und die damit infolge der Notwendigkeit der Vertauschung der Niedervoltleitungen auftretenden Schwierigkeiten zu vermeiden, ist von der AEG ein neuer Muffentyp (DRGM) geschaffen worden, der die Möglichkeit bietet, die Phasen in der Muffe bei der Montage unter teilweiser Verwendung normaler Muffenteile beliebig zu vertauschen, und zwar durch Auswechslung der einen Hälfte einer normalen Schutzmuffe gegen eine längere Muffenhälfte (Abb. 2).

Wenn also eine Kabelstrecke bereits mit Endverschlüssen ausgerüstet ist und aus irgendwelchen Gründen geschnitten und mit einem anderen Kabel verbunden werden muß, so ist es nur nötig, eine Muffe für Adervertauschung zu verwenden, um alle genannten Schwierigkeiten zu vermeiden. In dem einseitig verlängerten Hals der Schutzmuffe ist genügend Platz vorhanden (Abb. 3), um die Adern ohne scharfe Biegungen vertauschen zu können, so daß eine gleichphasige Adervertauschung in der normalen Innenmuffe vorgenommen werden kann.

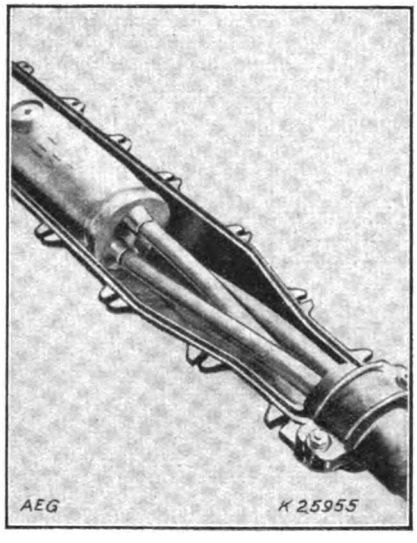


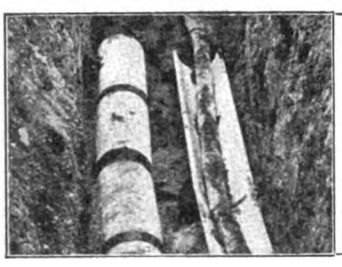
Abb. 3. Verbindungsmuffe mit vertauschten Adern.

Aber auch bei der Verlegung und Montage einer völlig neuen Kabelstrecke ist die Anwendung der Muffen für Phasenkreuzungen von großem Vorteil. Man half sich bisher in der Weise, daß man bei einer neuen Strecke zuerst die Muffen und zuletzt gleichzeitig die beiden Endverschlüsse montierte. Aber selbst bei Verwendung genügend großer Endverschlußgehäuse ist die Lage der Adern am Kabelende zuweilen so ungünstig, daß es schwierig ist, die richtige Phasenlage zu erzwingen, ohne bei den notwendigen Biegungen die Isolation der dicken Adern zu gefährden. Es ist auch nicht immer möglich, den Endverschluß zuletzt zu montieren oder das Kabel vor dem Endverschluß etwas bogenförmig in dem Kabelkanal zu verlegen, um dann das Kabel bei ungünstiger Lage der Adern etwas nachziehen zu können und so unter Ausnutzung des Aderdralls die richtige Phasenfolge im Endverschluß zu erzielen.

Alle diese zeitraubenden und oft schwierigen Arbeiten werden bei Verwendung der Muffen für Phasenvertauschung vermieden. Es können vielmehr in den Endverschlüssen und den Muffen die Adern ihrer natürlichen Lage entsprechend verbunden werden, ausgenommen in einer Muffe, die zuletzt montiert wird. In dieser Spezialmuffe wird dann die richtige Phasenverbindung hergestellt, so daß für jede Kabelstrecke nur eine solche Muffe nötig ist.

*) AEG-Mitteilungen 1930, Heft 3, S. 194, ETZ 1930, Heft 29, S. 31.

Digitized by Google



Eternit-Kabelrohre für Stark- und Schwachstromkabel sind **frei von Korrosion.**

Ihre Sondervorzüge sind: Unempfindlichkeit gegen elektr. Ströme, Rostfreiheit, Frostsicherheit, fast unbegrenzte Haltbarkeit, geringes Gewicht, glatte Innenfläche, dichte Verbindung, genaue Achshaltung im Stoss. Prospekt R 81 direkt vom Hersteller

Eternit-Kabelrohre der Reichsbahn am Wannseebahnhof Berlin-Friedenau

Deutsche Asbestzement-Aktiengesellschaft Berlin-Rudow

Elektro-Ingenieur

27 Jhr., verh., Abs. d. Techn. Obersch. Hildburghsn., n. in Stellg., int. Arbeitskraft, sehr vielseit., sucht verantw. ausbf. Stellg., gleich w. Branche, Radio bevorzugt, d. schon leitend. Praxis. Ausf. Angeb. erbeten an [3172]

W. Stövesandt, Ing., Rudolstadt, Schwarzburger Str. 90.

Erfahrener fachkundiger

Spezialist

für **Installationsmaterial, Elektroherde, Kleinapparate,** mit jahrelanger erfolgreicher Verkaufs-Praxis in Europa sucht **verantwortliche Stellung** oder **Vertretungen**

Off. u. **E. 3174** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing.

(Starkstrom), sucht Anfangsstellg., evt. auch zun. oh. Geh. T.H. Bln. „Gut", 25 J., Führersch., Schreibmasch. Schnelle Auffassg., guter Rechn. Ang. u. **E. 3170** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

---

1 Monats-Gehalt

zahle demjen., der mir Stellg. (gleich welcher Art) verschafft. Bisher tätig als Betr.-Ing. in Elektromasch.-, Schaltapp.- u. Elektr.-Zählerbau. Bin 28 Jahre, ledig, gewandt, unermüdliche Kraft. Zuschr. erb. unt. **E. 3190** an die Anzeig.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9

Stellung

Ober-Ing., Dr., mit reichen Erfahrungen u. vielseit. Kenntnissen in Eltwerks-Verwaltung, Bau und Betrieb, Werbung usw., sucht ähnliche Tätigkeit (Beteiligung 20—30 000 RM). Off. u. **E. 3187** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Wer braucht mich?

Elektro-Ing., erstklassige **Werbekraft** für Installationen, sicheres Auftr., zielbew. Arbeit. In Frage kommen nur Ueberlandzentralen m. eigener Install.-Abtlg. Offert. u. **E. 3171** an d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zählerspezialist

ledig, 25 Jahre, Absolv. einer höh. techn. Lehranst., 6 Jahre Praxis, darunter 4 Jahre Eichraum bei Großfirma u. Zähleranstalt, perfekt in der Instandsetzung, Umbau u. Kontrolle von Zählern aller Stromarten, sucht Stellung als Eicher, Revisor, auch mit Nebenposten im E.-Wk. od. Industrie, auch Ausland. Angeb. unt. **E. 3189** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Chemiker (Dr.) und Betriebsleiter

der Isolierstoff-Fabrikation, mit genauester Laboratoriums- u. Betriebs-Praxis, in ungekündigter Stellung eines namhaften Werkes, sucht sich zu verändern. Gefl. Angeb. unt. **E. 3176** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Elektrowärme-Fachmann

allererste Kraft, umfangreiche Kenntnisse in Fabrikation u. Entwicklung von Elektroherden, Elektrowärmegeräten usw., vollkommene Beherrschung aller kochtechnischen Fragen, langjähriger Werkstatts- und Laboratoriumsleiter führender Firmen im In- und Ausland, wünscht neuen Wirkungskreis. Angebote unt. **E. 3169** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Leitungen u. Kabel

Bekannter Fachmann, Dipl.-Ing., mit langj. Erfahrungen aus ersten Stellungen i. d. Großindustrie, m. gründl. prakt. und theoret. Kenntnissen von Fabrikat u. modernen Fabrikationsverfahren, sprachenkund., gew. in Akquisition u. Außendienst, sucht sich zu verändern. Off. u. **E. 3195** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Wir bitten bei Einkäufen u. Bestellungen auf die

E T Z

Bezug zu nehmen!

Elektro-Dipl.-Ing. 29 J., led., mehrj. Prax. bei Großfa. in Projektg. v. Licht- u. Kraftanl. jd. Umf., sucht b. best., auch fremdspr. Kenntn. und Zgn. neuen Wirkungskreis, mögl. i. Prüffd. od. Betr. b. mittl. Firm. Gefl. Zuschr. u. **E. 3197** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Größere Metallwarenfabrik (Westdeutschland) Fabrikationszweig: Metallwaren aller Art, insbesondere elektrisches Fahrzeugzubehör, sucht selbständig arbeitenden Dipl.-Ing. als

Konstrukteur

und zur Vertretung des technischen Leiters. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften u. Lichtbild erbeten unter **E. 3182** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ingenieur gesucht,

welcher auf Grund langjähriger Erfahrungen auf allen Gebieten des Freileitungsbaues befähigt ist einem Büro selbständig vorzustehen.

Verlangt wird durchaus selbständiges Arbeiten, erstkl. Akquisitionsfähigkeiten, guter Charakter und gewandtes Auftreten.

Geboten wird entwicklungsfähige Position.

Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen u. Gehaltsansprüche erbeten u. **E. 3185** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 15.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 16. März 1933 | Heft 11

Die Fernmeldetechnik im Bauplan unter besonderer Berücksichtigung von Eisenbahn-Hochbauten.

Von Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. van Biema, Essen.

Übersicht. Es werden die Gesichtspunkte für die zweckmäßige Anordnung von Fernmeldeleitungen und Kabelverteilern dargelegt und durch Beispiele erläutert, die der Architekt bei der Planung von Hochbauten zu beachten hat. Auch beim Bau von Stellwerken wird die unsichtbare Führung der Leitungen im eigentlichen Stellwerksraum empfohlen.

Die unlängst veröffentlichten Leitsätze des VDE[1] für die Berücksichtigung elektrischer Anlagen bei der Ausführung von Bauten geben einen kurzen Überblick über die verschiedenen Maßnahmen, die der Architekt in dieser Hinsicht zu treffen hat. Während es bis vor einigen Jahren nur üblich war, die Anlagen der Elektrizitätsversorgung schon beim Entwurf zu berücksichtigen, stellen die neuen Leitsätze die Fernmeldeanlagen den Licht- und Kraftanlagen gleich. Die günstigste Gestaltung der Fernmeldeanlagen erreicht der Architekt, wenn er rechtzeitig einen Fernmeldetechniker heranzieht. An zahlreichen Hochbauten der letzten Zeit, insbesondere auch an den für die Reichsbahn ausgeführten, erwies sich die günstige Wirkung einer solchen Gemeinschaftsarbeit von Architekt und Fernmeldetechniker.

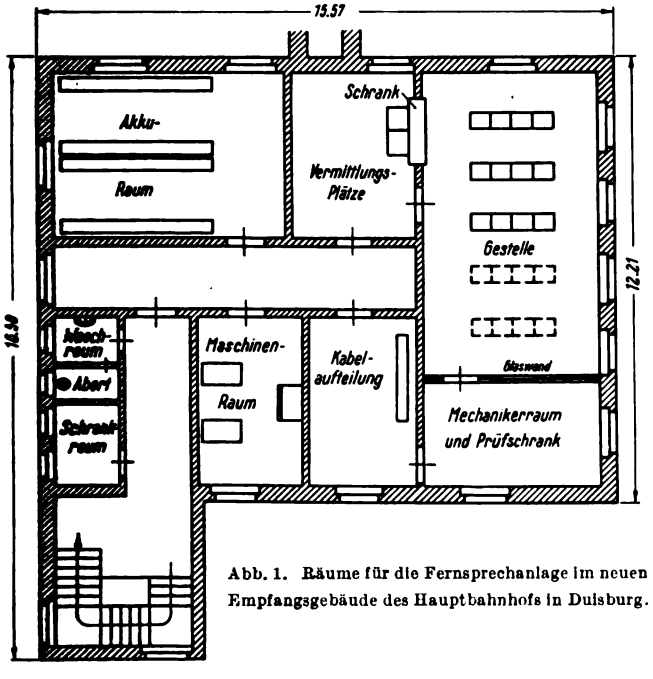


Abb. 1. Räume für die Fernsprechanlage im neuen Empfangsgebäude des Hauptbahnhofs in Duisburg.

Von den verschiedenen Fernmeldeanlagen sind die Einrichtungen für den Fernsprechverkehr innerhalb des Hauses und zum öffentlichen Amt die umfangreichsten und wichtigsten; ihre Gestaltung ist von größtem Einfluß auf die in dem Gebäude zu leistende Arbeit. Die neuzeitliche Hausfernsprechanlage arbeitet nach dem Selbstanschluß-System; auch der zum Amt gehende Verkehr wickelt sich ohne Eingreifen einer Bedienungsperson ab. Lediglich zum Durchschalten der vom Amt kommenden Gespräche ist eine Zentrale nötig, deren Bedienung bei kleineren Anlagen neben sonstiger Arbeit erledigt werden kann. Bei einer solchen Fernsprechanlage müssen also ein Raum für den Hauptverteiler, die Wählergestelle und die Signalmaschinen, ferner ein Akkumulatorenraum bereitgestellt werden. In größeren Anlagen muß bei Drehstromnetzen auch ein Raum für die Lademaschine vorhanden sein. Der Vermittlungschrank wird der Leitungsführung wegen in der Nähe der Wählergestelle unter-

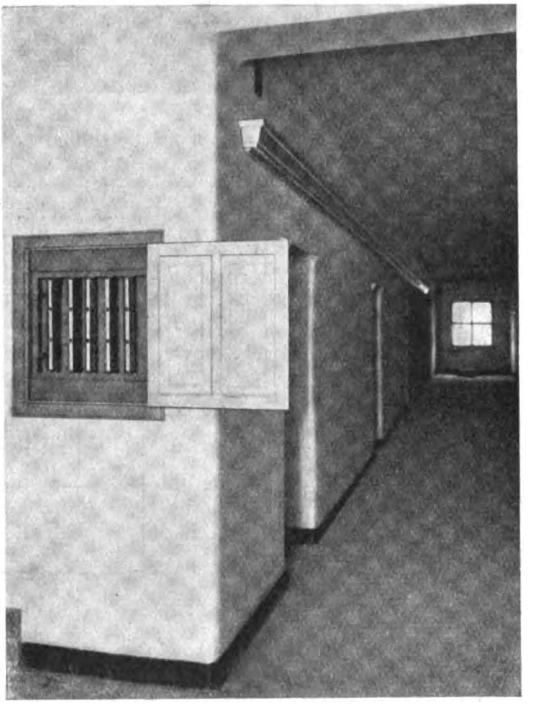


Abb. 2. Kabelverteiler in einem Verwaltungsgebäude. (Man beachte auch die Anbringung der Leitungsrinnen.)

gebracht, u. zw. möglichst so, daß die Rückwand im Wählerraum, die Vorderseite im Bedienungsraum liegt. Die Akkumulatoren sollen nahe beim Wählersaal stehen, der Raum muß säurefesten Anstrich und Fußbodenbelag haben und gut lüftbar sein. Bei sehr großen Anlagen, zu deren Überwachung eigenes Personal erforderlich ist, muß ein Aufenthalts- und ein Werkstattsraum vorgesehen werden. Um eine günstige Leitungsführung zu erzielen, sollen alle diese Räume nach Möglichkeit zentral liegen. Abb. 1 zeigt als Beispiel für eine zweckmäßige Anordnung den Grundriß dieser Räume im neuen Empfangsgebäude des Duisburger Hauptbahnhofs.

Weiterhin benötigt die Post für die Einführung ihres Kabels und die Aufstellung ihres Verteilers einen trockenen Raum, der so groß ist, daß darin bequem an den Kabeln gearbeitet werden kann. Wird das Postkabel unter Flurhöhe eingeführt, so sieht man vielfach einen abdeckbaren Kanal vor. Bei Eisenbahnbauten, z. B. Empfangs-

[1] ETZ 1931, S. 517.

Digitized by Google

gebäuden, muß vor allen Dingen ein Raum zur Einführung der Bahnkabel vorhanden sein, für den im übrigen das gleiche wie für den Postkabelraum gilt.

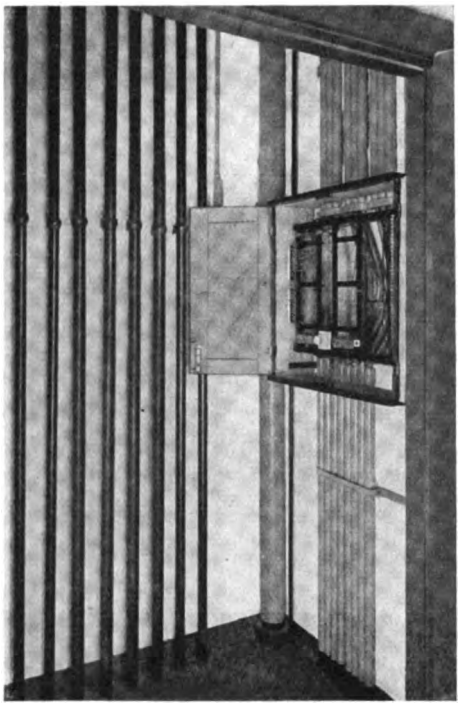


Abb. 3. Rohrkammer für alle Arten von Rohrleitungen.

Von den Hauptverteilern führen entsprechend bemessene Kabel oder Isolierrohre zu Unterverteilern, an die, wenn nötig noch über Endverteiler, die Anschlußleitungen der einzelnen Fernsprechapparate angeschlossen werden. Um eine möglichst glatte Leitungsführung zu erhalten, sollen die Unterverteiler senkrecht übereinanderliegen. Damit man die Verbindungskabel zwischen den Verteilern unsichtbar verlegen kann, empfiehlt es sich, von vornherein Leitungskanäle vorzusehen, die so abgedeckt werden, daß Kabel ohne weiteres auch noch nachträglich eingezogen werden können. In ähnlicher Weise wird bei der Bauausführung auch die Anbringung der Verteiler in den einzelnen Stockwerken vorbereitet. Auf diese Weise gelingt es leicht, die Abdekkung der Kanäle und der Verteiler mit der Wand bündig zu halten, so daß die Leitungen im fertigen Bau unsichtbar, aber doch jederzeit zugänglich sind. Abb. 2 zeigt eine Verteilermontage, die nach diesen Gesichtspunkten ausgeführt ist.

Die Verteiler sollen zweckmäßig in allgemein zugänglichen Räumen, z. B. in Fluren liegen, damit man jederzeit heran kann, ohne unbeteiligte Personen bei Störungseingrenzung und Anschlußarbeiten zu stören. Sehr geeignet hierzu sind auch die sog. Rohrkammern, die nicht nur die Fernmeldeleitungen sondern auch die Rohrleitungen für Licht, Wasser, Gas, Heizung usw. aufnehmen. Bei der in Abb. 3 gezeigten Rohrkammer hatte man im Rohbau einen vollkommen durchgehenden Schacht gelassen, in den zunächst keine Decken eingezogen wurden. Mit Hilfsbühnen hat man dann alle Rohrarten verlegt und schließlich die Decken hergestellt. Spätere Arbeiten an den Rohren und Verteilern, Verlegung neuer Steigeleitungen usw. können ohne Störung des Verkehrs im Hause erfolgen. Bei solchen Rohrkammern gelingt es leicht, den Abstand zwischen Licht- und Fernmeldeleitungen genügend groß zu halten, während bei der Verlegung in Kanälen getrennte Leitungswege gewählt werden müssen.

Von den Unterverteilern geht es zunächst zu Endverteilern oder auch in kleineren Anlagen unmittelbar zu den Fernsprechanschlüssen. Die Leitungen zu den Endverteilern sollen ebenfalls unsichtbar und jederzeit zugänglich sein. Man erreicht das dadurch, daß man auf möglichst geradem Wege ein genügend starkes Isolierrohr verlegt, in das man auch nachträglich noch Leitungen einziehen kann, oder man bedient sich der sog. Profilrinnen, die entweder aus Beton oder aus Eisenblech bestehen und sich fast unsichtbar an den Fluren entlang ziehen (Abb. 4). Unterhalb dieser Rinnen werden dann

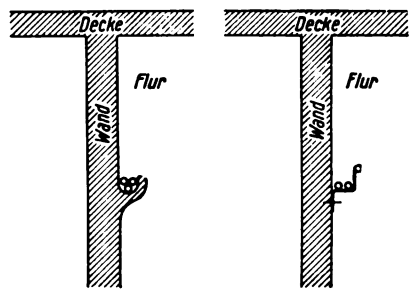


Abb. 4. Verschiedene Arten von Leitungsrinnen.

die Endverteiler auf oder in der Wand angebracht und abgedeckt. Neuerdings verlegt man die Leitungen in den Fluren auch auf Gesimsen oder Vouten, die sich sehr gut in das Bild langer Flure einfügen. Man bringt auf jeder Flurseite eine Voute an und verlegt auf der einen die Fernmeldeleitungen, auf der anderen die Licht- und Kraftleitungen. Diese Verlegungsart ist z. B. bei dem von Prof. Poelzig erbauten Haus des Rundfunks in Berlin und bei dem Verwaltungsgebäude der I. G. Farben in Frankfurt angewandt.

Die Leitungen zu den einzelnen Fernsprechern werden in Rohren untergebracht. Sie werden entweder auf der Decke oder unter der Decke unter Putz verlegt. Im ersten

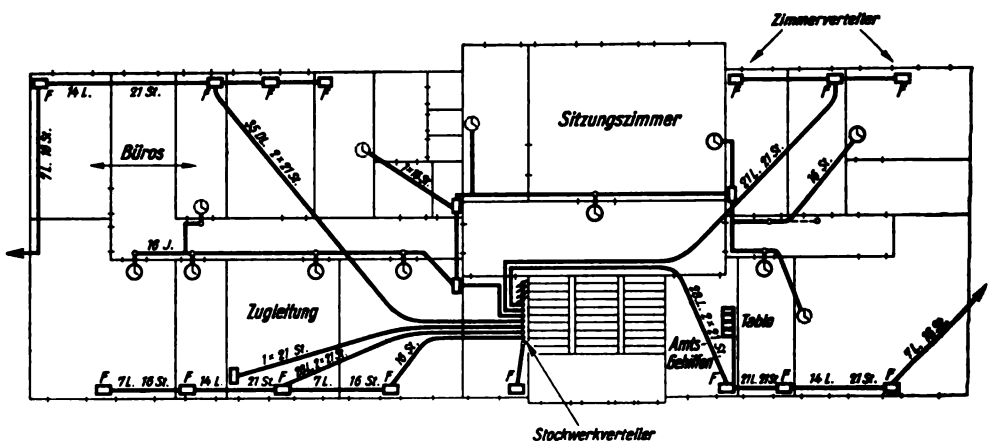


Abb. 5. Grundriß des neuen Dienstgebäudes für die Reichsbahnämter in Duisburg mit eingezeichneter Leitungsführung.

Falle, der bei Massivdecken bevorzugt wird, sieht man rechtzeitig entsprechende Rinnen vor. Wenn der Estrich später in dicker Schicht aufgetragen wird oder ein Hohlraum zwischen dem Stabfußboden und der Decke vorgesehen ist, sind keine Rinnen nötig. Stets empfiehlt es sich, die Rohre mit Zement zu bedecken, da der Estrich manchmal Stoffe enthält, die zu einer Korrosion der Rohre führen. Bei Hohldecken genügt es, die Rohre an den Trageisen der Decke anzubinden. Bei weniger umfangreichen Anlagen geht man von den Unterverteilern unmittelbar zu den Apparatanschlüssen oder zu Zimmerverteilern. Man führt dann auf dem kürzesten Wege zu den Anschluß- bzw. Abzweigkästen. Abb. 5 zeigt einen entsprechenden Grundriß in dem neuen Gebäude für die Reichsbahnämter in Duisburg und Abb. 6 eine solche Verteilungsstelle vor dem Verputzen und Aufbringen des Fußbodens. An diesem Bild sieht man auch, daß der Platz

Digitized by Google

für die senkrechten Rohre und den Verteiler durch Aussparen eines halben Steines von vornherein vorgesehen war.

Die Anschlußdosen für die Fernsprechapparate werden meistens an der Fensterwand, seltener an Säulen oder mitten im Fußboden angebracht. Um Erweiterungen und das Umlegen von Fernsprechapparaten zu erleichtern, empfiehlt es sich, von vornherein alle Möglichkeiten zu berücksichtigen und mehr Rohre zu verlegen als zunächst nötig sind. Bei neuzeitlichen Bürogebäuden endet meist an jeder Fenstersäule ein Leitungsrohr. Wenn es nicht gebraucht wird, bleibt die Anschlußdose verschlossen. Wenn sich aber die Raumeinteilung ändert, können die Fernsprecher ohne Schwierigkeiten, vor allem ohne Bauarbeiten anders aufgestellt werden. Überhaupt soll man bei der Festlegung der Teilnehmerzahl der Hauszentrale eher großzügig als ängstlich sein. Es ist gewöhnlich nicht kostspielig, eine gewisse Reserve und Erweiterungsmöglichkeit vorzusehen, und oft sehr angenehm, wenn man nachträglich noch einige Fernsprechapparate mehr anschließen kann. Ein Fernsprecher auf dem Tisch bedeutet ja heute keine Auszeichnung mehr, sondern er ist eines der wichtigsten Arbeitsgeräte.

Abb. 6. Leitungsführung am Verteiler im Rohbau.

Besondere Verhältnisse, die bei der Gestaltung der Fernmeldeanlagen zu berücksichtigen sind, liegen bei Gebäuden vor, die für Vermietungszwecke gebaut sind. Die Ausstattung solcher Gebäude mit Fernmeldeanlagen läßt

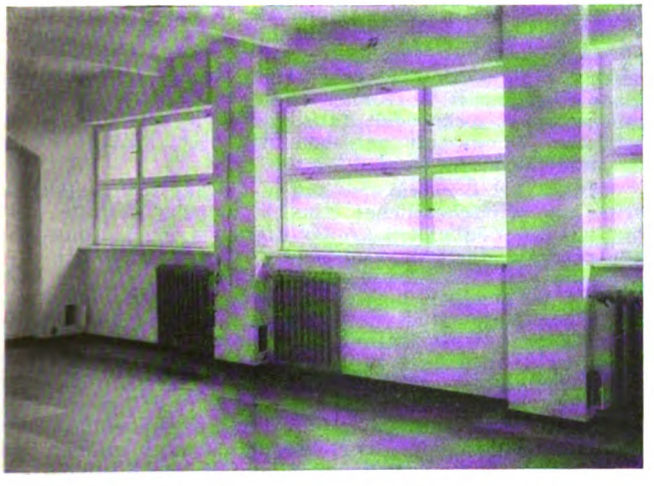


Abb. 7. Anschlußkästen in einem Büroraum durch unter Putz gelegte Leitungen miteinander verbunden.

sich vorher nicht abschätzen, denn der eine Mieter ist in dieser Beziehung mehr, der andere weniger anspruchsvoll. Mindestens muß jede Bürogemeinschaft eine Hausfernsprechanlage haben, auch wenn sie nur aus wenigen Räumen besteht, denn mit nur einem Amtsanschluß kommt mancher neuzeitliche Betrieb nicht aus. Mieter und Raumverteilung wechseln in solchen Gebäuden häufig. Es würde unangenehm und störend sein, wenn jeder ausziehende Mieter seine Fernsprechleitungen abreißen und jeder einziehende neue Leitungen verlegen lassen müßte. Man sieht deshalb von vornherein genügende Leitungswege und Verteilungstellen vor. Abb. 7 zeigt eine Wand in einem Büromiethaus mit Leitungskästen, die durch starke, unter Putz verlegte Isolierrohre miteinander verbunden sind. Der einziehende Mieter kann nach Belieben Verbindungsleitungen einziehen, ohne daß Schmutzarbeiten nötig sind. Ferner empfiehlt es sich, in Bürogebäuden Räume geringeren Wertes freizuhalten, die nötigenfalls später eine Fernsprechzentrale und deren Zubehör aufnehmen können. Durch derartige Vorkehrungen, die, rechtzeitig getroffen, nicht kostspielig sind, steigert man die Zweckmäßigkeit und Vermietbarkeit der Räume.

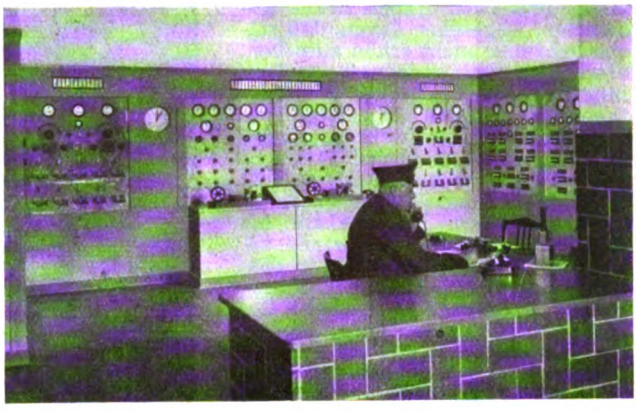


Abb. 8. Pförtnerraum mit Fernmeldeanlagen für verschiedene Zwecke.

Was im vorstehenden für Fernsprechanlagen gesagt wurde, gilt mit entsprechender Abänderung auch für sonstige Fernmeldeeinrichtungen. Auch hier sollen die Räume für etwa notwendige Zentralen, wie sie z. B. bei Uhrenanlagen, Feuermeldern, Raumschutzanlagen, Wächterkontroll-Einrichtungen, Fernthermometeranlagen usw. notwendig sind, von vornherein festgelegt werden, ebenso die Leitungswege, Verteilerstellen und Anschlüsse. Grundsätzlich ist anzustreben, alle Leitungen und Kabel gleichzeitig zu verlegen, weil sich daraus wesentliche Vorteile für die Leitungsmontage ergeben. Auch empfiehlt es sich, um die Arbeit zu vereinfachen und die Montagekosten niedrig zu halten, daß sämtliche Fernmelde-Anlagen an eine Firma vergeben werden. Bei Eisenbahngebäuden sieht man die Uhrenzentrale zweckmäßig im Wählerraum oder im Telegraphenzimmer vor. An die Uhrenanlagen sind u. U. auch Zeitstempel und Arbeitszeit-Kontrollapparate anzuschließen. Bei größeren Bürogebäuden lassen sich in einem ausreichend bemessenen Pförtnerraum (Abb. 8) alle Zentralen vereinigen. Bei Fernthermometeranlagen gehört die Ablesestelle in die Nähe des Kesselraumes. Die Stellen für die Thermometer sind von dem Heizungsfachmann anzugeben. Bei Lichtsignalanlagen, wie sie in großen Betrieben zum Suchen leitender Personen gebraucht werden, sind die Plätze für die Lampengruppen von vornherein festzulegen. Sehr zweckmäßig ist es z. B., diese in irgendeiner Weise mit den Uhren zu vereinigen. Die Lage der Feuermelder ist mit der Feuerwehr zu vereinbaren. Manchmal ist hier die Vorschrift zu berücksichtigen, daß Feuermeldeleitungen aus dem sonstigen System der Fernmeldeanlagen herauszunehmen und in getrennten Rohren zu verlegen sind.

Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Planung einer etwa erforderlichen Rohrpostanlage zu widmen. Für die Kompressoranlage sind möglichst schalldichte Räume vorzusehen.

Beim Entwurf von Stellwerksgebäuden ist die Unterbringung der Fernmeldeleitungen, Kabelendverschlüsse, Sammleranlagen usw. ganz besonders wichtig[2]. In solchen Gebäuden läuft eine größere Anzahl von Fernmeldeleitungen für verschiedene Zwecke zusammen. Freileitungen ließ man bisher vielfach an Abspann-Isolatoren befestigen und durch Tüllen, Kästen oder Leisten ins Innere und

[2] Vgl. hierzu den Aufsatz des Verfassers in Org. Fortschr. Eisenbahnwes. Bd. 86, S. 503 (1931).

Digitized by Google

hier in hölzernen Schutzkanälen zu den Verwendungsstellen führen. Solche Leitungseinführungen beeinträchtigen oft den Überblick über die Strecke und sind auch vom Standpunkt des Elektrotechnikers und Sicherheitstechnikers zu beanstanden. Zweckmäßiger ist es, die Freileitungen vor dem Stellwerk in Überführungs-Endverschlüssen abzufangen und verkabelt einzuführen. Wenigstens bei Neubauten sollte diese Einführungsart grundsätzlich gewählt werden. Im Innern des Stellwerks muß eine Stelle geschaffen werden, an der die Kabel zusammenlaufen und aufgestellt werden. Bisher faßte man die Kabelendverschlüsse im eigentlichen Stellwerksraum in einem hölzernen Kabelschrank zusammen. Abgesehen davon, daß solche Schränke nicht schön aussehen, erschwert der gedrängte Aufbau innerhalb des Schrankes die Montagearbeiten. Auch nehmen sie oben im eigentlichen Stellwerksraum, der auf alle Fälle möglichst frei und übersichtlich zu halten ist, zu viel Wandfläche weg. Die Reichsbahndirektion Essen hat deshalb bei ihren neuen Stellwerken einen besonderen Raum vorgesehen, in dem die Kabelaufteilung nach neuzeitlichen schaltungstechnischen Gesichtspunkten vorgenommen ist. Bei hohen Stellwerken, die für größere Anlagen die Regel sind, läßt sich fast immer im Untergeschoß ein heizbarer und verschließbarer Kabelverteilerraum vorsehen. Dort werden die ankommenden armierten Erdkabel durch Endverschlüsse abgeschlossen, die in einem freistehenden Gestellrahmen oder in einem Wandgestell montiert sind. Man erreicht dadurch vor allem, daß man an den Leitungen ungehindert schalten und prüfen kann. Nur die Blockleitungen sowie die sonstigen Leitungen für Sicherungszwecke bleiben nach Vorschrift noch unter besonderem Verschluß. Vom Kabelverteilerraum werden die Leitungen bei der Reichsbahndirektion Essen in Stahlpanzer- oder Peschelrohr unter Putz zu den einzelnen Verwendungstellen geführt. In diese Rohre können entweder Einzelleitungen oder Bleikabel eingezogen werden. Als Reserve empfiehlt es sich, ein besonderes Stahlpanzerrohr vorzusehen. Bleikabel müssen natürlich ebenfalls Reserveadern enthalten. Der Preis für die kurzen Kabelstücke, die hier in Betracht kommen, ist so gering, daß eine angemessene Reserve keine Rolle spielt. Diese Verlegungsart ist den früher benutzten Holzkanälen in jeder Hinsicht überlegen. Vor allen Dingen hatten solche Kanäle den Nachteil, daß sich in ihnen Feuchtigkeit niederschlagen kann, wodurch die Isolation der Leitungen gefährdet ist. Wie sich diese Grundsätze für die Verlegung von Fernmeldeleitungen in Stellwerken auswirken, zeigen die in Abb. 9 u. 10 einander gegenübergestellten Bilder eines alten und eines neuen Stellwerks, beide aus dem Bezirk der Reichsbahndirektion Essen.

Abb. 10. Neues Stellwerk im Bereich der Reichsbahndirektion Essen.

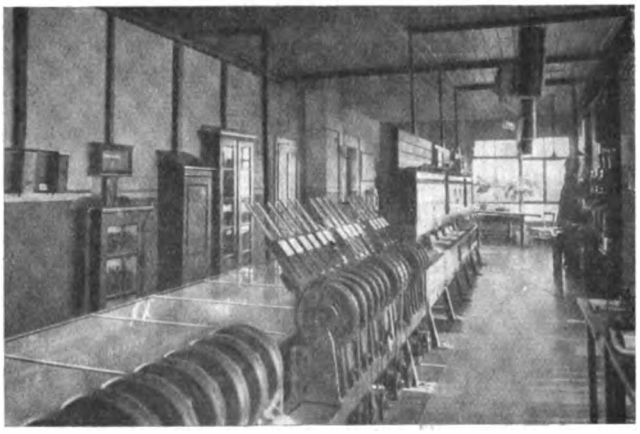


Abb. 9. Altes Stellwerk im Bereich der Reichsbahndirektion Essen.

Rohrförmige Traversen für Holzmaste.

Ein Aufsatz von Harber[1] beschreibt einleitend die verschiedenen, in England für ländliche, dünn bevölkerte Gegenden üblichen, möglichst einfachen Konstruktionen von Eisentraversen und Stützen, weiter die verschiedenen Befestigungsmöglichkeiten der Stützen in den Isolatoren (als solche werden erwähnt: direktes Einkitten der Stütze, die in England meist gebräuchliche und im allgemeinen bewährte Methode, wobei zu empfehlen ist, die Stütze mit einem nachgiebigen Anstrich zu versehen, um der verschiedenen Ausdehnung der vereinigten Baustoffe Rechnung zu tragen; Einschrauben der mit aufgegossenem Metallgewindekopf versehenen Stütze in den Isolator, Einkitten einer Metallgewindehülse in den Isolator und Einschrauben der mit entsprechendem Gewinde versehenen eisernen Stütze[2]). Als neue Form der Traverse werden sodann Träger aus Eisenrohr empfohlen, in deren oberes Ende die eisernen oder auch hölzernen glatten Isolatorstützen eingesteckt oder, falls das Rohrende mit einem schmalen Längsspalt versehen ist, noch mittels einer Schraube gesichert werden können.

Diese Art der Traverse soll in mechanischer, elektrischer und wirtschaftlicher Hinsicht manche Vorteile bieten, wie die Möglichkeit großer Abstände der Leitung gegen geerdete Mastteile, also Sicherheit gegen Vogelstörungen, sowie Verwendungsmöglichkeit von Holzstützen mit ihrem unter gewissen Betriebsbedingungen empfehlenswerten hohen Widerstand (dabei soll zweckmäßig das Eisenrohr bis zur unteren Hülse des Isolators reichen, damit bei etwaigen Überschlägen keine Brandgefahr für die von den Isolatormänteln geschützte Holzstütze besteht). Als weiterer Vorteil werden das durch die runde Gasrohrform von Stütze und Traverse bedingte gleichmäßigere elektrische Feld und die geringere Überschlaggefahr sowie endlich die Möglichkeit kürzester Holzstützen mit verhältnismäßig großer mechanischer Sicherheit erwähnt. Endlich soll die neue Konstruktion noch größere Sicherheit gegen Schwingungsbrüche bieten, da die Rohrkonstruktionen viel elastischer als andere starre Traversenkonstruktionen seien.

W. W.

[1] F. O. Harber, Electrician Bd. 107, S. 577.
[2] Vgl. z. B. auch: Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. H. 47/48.

Digitized by Google

Ein einfaches Verfahren zur Auswertung von Registrierstreifen.

Von **J. Dalchau**, Berlin.

Übersicht. Der Mittelwert einer Registrierkurve kann bei ungleichmäßiger Skalenteilung nicht durch einfaches Ausplanimetrieren der Kurve ermittelt werden; die Bestimmung der Streuung und der Schwankungsfrequenz ist auch für gleichmäßig geteilte Skalen sehr schwierig und zeitraubend. Es wird ein einfaches Verfahren zur Bestimmung von Mittelwert, Streuung und Schwankungsfrequenz bei beliebig gestalteter Skalenteilung beschrieben.

Es ergibt sich häufig die Notwendigkeit, die Registrierstreifen von Tintenschreibern auszuwerten, d. h. Mittelwert, Streuung und Schwankungsfrequenz von Leistung, Strom oder Spannung, u. U. auch anderer Meßgrößen zu bestimmen. Für Instrumente mit proportionalen Skalen läßt sich der Mittelwert durch einfaches Ausplanimetrieren meist sehr leicht finden, wenngleich ein derartiges Verfahren für sehr stark schwankenden Verlauf der Meßgrößen zuweilen an die Geduld und Geschicklichkeit beträchtliche Anforderungen stellt. Die Ermittlung der Streuung und der Schwankungsfrequenz ist aber auch für linearen Verlauf der Skalenteilung sehr umständlich und zeitraubend. Für Instrumente mit ungleichmäßig geteilter Skala versagt das einfache Verfahren des Planimetrierens. Man muß entweder den ganzen Diagrammstreifen auf lineare Skala umzeichnen oder man muß sich mit einer mehr oder weniger willkürlich herausgegriffenen Anzahl von Einzelwerten begnügen und diese zur Grundlage der Mittelwertsrechnung machen. Bei ungleichmäßig geteilten Skalen einen „geschätzten" Mittelwert in das Diagramm einzuzeichnen, wird wohl stets zu erheblichen Mißgriffen führen. Es soll Aufgabe des Folgenden sein, eine einfache Methode anzugeben, die in allen Fällen eine bequeme Auswertung auch der unübersichtlichsten Diagramme gewährleistet und dazu sehr genaue Ergebnisse liefert. Das Verfahren wird an Hand der Auswertung eines Diagrammstreifens Abb. 1 erläutert.

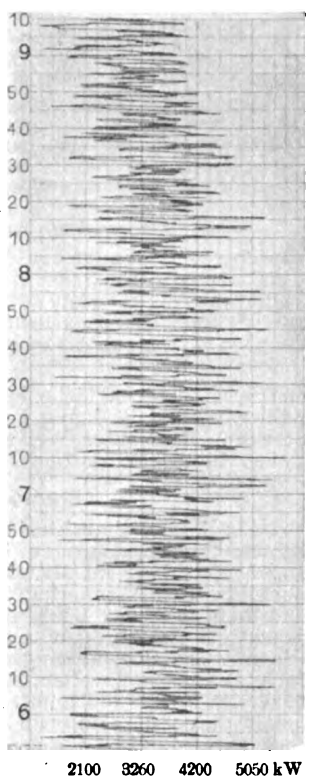


Abb. 1. Teil des ausgewerteten Registrierstreifens.

1. Mittelwertbildung.

Der Mittelwert L_m einer beliebig großen Anzahl von einzelnen Werten L, deren jeder n-mal vorkommen kann, läßt sich, wie bekannt, folgendermaßen anschreiben:

$$L_m = \frac{n_1 L_1 + n_2 L_2 + \ldots + n_k L_k}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k}.$$

Man kann nun zunächst aus einem vorgelegten Diagrammstreifen (Abb. 1 ist ein Beispiel) für jeden Skalenwert auszählen, wie oft die vom Tintenschreiber aufgezeichnete Kurve diesen Skalenwert schneidet. Die Ergebnisse trägt man in einer in Abb. 2 dargestellten Weise in Funktion der Skalenwerte auf und zieht durch die durch Auszählung gewonnenen Punkte den verbindenden Linienzug. Geht man mit einiger Sorgfalt vor, wählt man vor allem die Abstände der ausgezählten Meßwerte nicht zu groß, so wird man mit großer Genauigkeit durch ein Diagramm nach Abb. 2 auch die Häufigkeit der nichtausgezählten Meßwerte ablesen können. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß man sehr scharfe Spitzen, die auf dem Registrierstreifen nur als einfacher Strich erscheinen, entsprechend dem Hin- und Hergang der Schreibfeder d o p p e l t zählen muß; der Endpunkt einer solchen Spitze ist selbstverständlich nur e i n f a c h zu zählen. Im übrigen wird man für alle praktisch vorkommenden Diagrammstreifen stets eine Häufigkeitsdarstellung erhalten, die der in Abb. 2 ermittelten sehr ähnlich sieht.

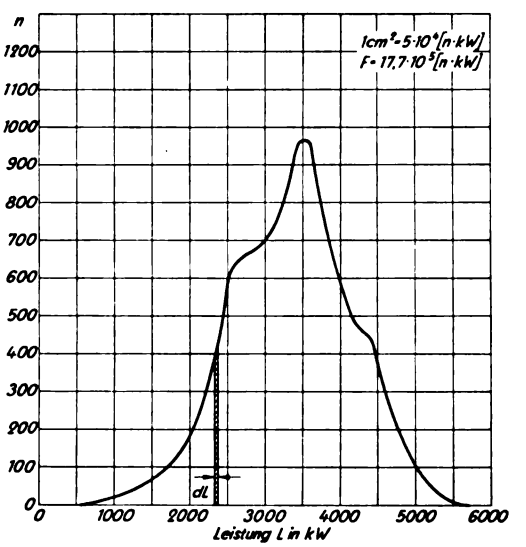


Abb. 2. Häufigkeitskurve; Auswertung des Registrierstreifens Abb. 1.

Aus der Art der Gewinnung der Häufigkeitskurve folgt, daß die Fläche unter der Kurve ein Maß für die Gesamtzahl aller Meßwerte ist. Die absolute Größe dieser Zahl ist unendlich groß mit Rücksicht darauf, daß es innerhalb des bestrichenen Skalenbereiches unendlich viele unendlich dicht nebeneinanderliegende Meßwerte gibt, von denen allerdings nur eine endliche Zahl ausgezählt wurde. Den Aufbau der Häufigkeitskurve nach Abb. 2 kann man sich am besten so veranschaulicht denken, daß man sich jeden Befund durch ein unendlich schmales Rechteck dargestellt denkt, das, hochkant gestellt, gerade an d e r Stelle im Bild untergebracht werden kann, auf die der ausgezählte Meßwert lautet. In Abb. 2 ist diese Vorstellungsweise angedeutet. Für einen unmittelbar dicht neben dem ersten Meßwert liegenden zweiten Meßwert lassen sich auf diese Weise die diesem zugeordneten Zählbefunde ebenfalls unmittelbar dicht daneben unterbringen. Es ist also festzuhalten, daß die Fläche unter der Häufigkeitskurve ein Maß für die tatsächliche Gesamtzahl a l l e r Meßwerte (also nicht nur der wirklich ausgezählten Skalenwerte) ist.

Um nun die Summanden $n\,L$ des Zählers zu veranschaulichen, hat man für jeden Meßwert das Produkt aus diesem und seiner Häufigkeit zu bilden und die Ergebnisse zweckmäßig ebenfalls in Funktion der Meßwerte aufzutragen. Man erhält damit Abb. 3. Auch hier führen ähnliche Betrachtungen wie beim Aufbau der Häufigkeitskurve nach Abb. 2 zu dem Ergebnis, daß die Fläche unter dieser neuen Kurve wiederum ein Maß für die an sich ebenfalls unendlich große Zahl sämtlicher Produkte $n\,L$ ist. In Abb. 3 ist der Aufbau der Kurve gleichfalls angedeutet.

Analytisch kommt man nach den Abb. 2 und 3 zu folgender Weiterbehandlung der Mittelwertsgleichung: Es sollte gelten

$$L_m = \frac{n_1 L_1 + n_2 L_2 + \ldots + n_k L_k}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k}.$$

Digitized by Google

Nach Erweiterung des Bruches mit $\mathrm{d}L$ erhält man, da alle Glieder des Zählers wie des Nenners in unendlich großer Zahl vorhanden sind:

$$L_m = \frac{\int_{L_{min}}^{L_{max}} (n\,L)\,\mathrm{d}L}{\int_{L_{min}}^{L_{max}} n\,\mathrm{d}L}\,, \qquad (1)$$

wobei die Integration sich über den gesamten von der Meßgröße bestrichenen Bereich zwischen L_{min} und L_{max} zu erstrecken hat. Gl. (1) bedeutet, daß sich der Mittelwert L_m durch Ausplanimetrieren der beiden Flächen in Abb. 2 und 3 und Division der Fläche nach Abb. 3 durch die nach 2 höchst einfach berechnen läßt, womit bereits die erste Aufgabe exakt gelöst ist.

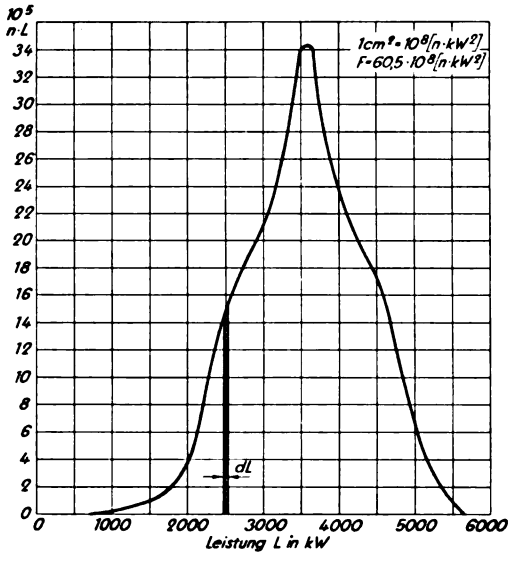


Abb. 3. Erste Umwandlung der Häufigkeitskurve Abb. 2 zur Bestimmung des Mittelwertes. $L_m = 3420$ kW.

2. Streuung.

Aus der Art der Mittelwertbildung folgt, daß die Summe sämtlicher Streuwerte (d. h. also die Summe der Differenzen $L - L_m$) gleich Null sein muß. Es wird bekannt sein, daß es üblich ist, anstatt der sog. linearen Streuung die quadratische zu wählen. Es ist dies eine dem Elektrotechniker geläufige Auffassungsweise aus der Wechselstromtechnik, die z. B. für die Bildung des Effektivwertes eines Wechselstromes stets angewendet wird. Die negativen Vorzeichen der „Unterstreuung" werden dadurch aufgehoben, so daß die Summe der quadratischen Streuwerte, d. h. also die Summe der Quadrate $(L - L_m)^2$, einen von Null verschiedenen Wert ausmachen wird. Ferner ist es zweckmäßig, als Maß der Streuung den Mittelwert s^2 der quadratischen Streuung anzusetzen. Setzt man wieder voraus, daß jeder Meßwert L n-mal vorkommt, so hat man also zu schreiben:

$$s^2 = \frac{n_1 (L_1 - L_m)^2 + n_2 (L_2 - L_m)^2 + \ldots + n_k (L_k - L_m)^2}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k}\,.$$

Diese Gleichung für die mittlere quadratische Streuung s^2 läßt sich in etwas anderer Schreibweise ausdrücken. Führt man die Quadrierung der Summanden des Zählers aus, so ergibt sich

$$s^2 = \frac{n_1 L_1^2 + n_2 L_2^2 + \ldots + n_k L_k^2}{n_1 + n_2 + \ldots + n_k} - L_m^2\,,$$

wobei der Mittelwert L_m bereits bekannt ist. Erweitert man wieder mit $\mathrm{d}L$, so ergibt sich

$$s^2 = \frac{\int_{L_{min}}^{L_{max}} (n\,L^2)\,\mathrm{d}L}{\int_{L_{min}}^{L_{max}} n\,\mathrm{d}L} - L_m^2\,. \qquad (2)$$

Der Nenner des Bruches ist aus Abb. 2 schon ermittelt. Um auch den Wert des Zählers zu bestimmen, hat man auf Grund der Häufigkeitskurve nach Abb. 2 die Werte $n\,L^2$ zu berechnen und diese Werte in Funktion von L aufzutragen, was in Abb. 4 geschehen ist. Ein Ausplani-

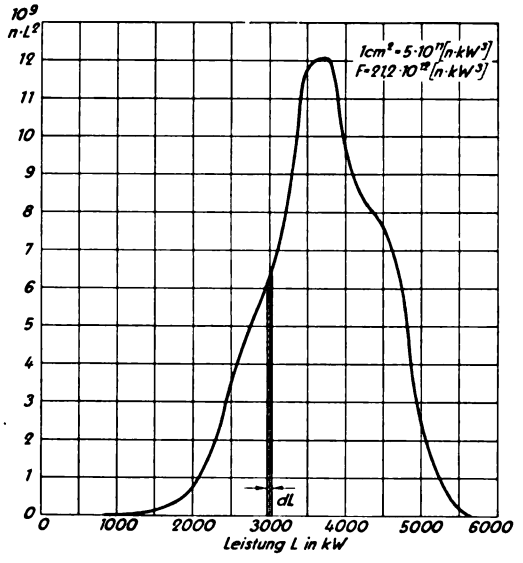


Abb. 4. Zweite Umwandlung der Häufigkeitskurve Abb. 2 zur Bestimmung der Streuung. $s = \pm 1743$ kW.

metrieren dieser Fläche liefert den gesuchten Wert des Zählers, so daß damit auch die mittlere quadratische Streuung in exakter Weise, d. h. unter Berücksichtigung aller tatsächlich aufgetretenen Meßwerte, bestimmt ist.

3. Schwankungsfrequenz.

Als letzte charakteristische Größe wäre noch die Schwankungsfrequenz zu bestimmen. Diese Größe soll angeben, wie oft im Mittel jeder Meßwert innerhalb der Zeiteinheit (z. B. innerhalb 1 min oder 1 h) erreicht wird, und dient z. B. zur Beurteilung des Ausgleiches verschiedenartiger Belastungen zu einer resultierenden Belastung. Die mittlere Schwankungsfrequenz ergibt sich sehr einfach aus Abb. 2. Der Flächeninhalt der Häufigkeitskurve ist bereits bestimmt. Dividiert man diesen Flächeninhalt durch die Maßzahl des bestrichenen Skalenbereiches (also durch $L_{max} - L_{min}$), so erhält man die mittlere Häufigkeit, mit der jeder Meßwert auftritt. Da ferner der Registrierstreifen die Zeitdauer für die ausgewertete Registrierkurve ohne weiteres angibt, läßt sich die mittlere Schwankungsfrequenz durch Division der mittleren Häufigkeit durch diese Zeitdauer unschwer finden. Der gebildete Wert gibt also an, wie oft in der Minute oder Stunde jeder Meßwert im Mittel erreicht wird.

4. Schlußbemerkung.

Bei der Anwendung des vorstehend beschriebenen Verfahrens zur Auswertung von Diagrammstreifen hat man beim Ausplanimetrieren der Flächen nach Abb. 2 bis 4 die jeweils gewählten Maßstäbe wohl zu beachten. Insbesondere wird die $(n\,L^2)$-Kurve, Abb. 4, mit Rücksicht auf Platzersparnis in anderem Maßstabe als die $(n\,L)$-Kurve, Abb. 3, gezeichnet werden müssen. Man wird gut tun, die ermittelten Quadratzentimeterzahlen stets sofort in $[n \cdot \mathrm{kW}]$ (Abb. 2), in $[(n \cdot \mathrm{kW})\mathrm{kW}]$ (Abb. 3) und in $[(n \cdot \mathrm{kW}^2) \cdot \mathrm{kW}]$ (Abb. 4) bzw. entsprechend anderen Meßgrößen unter Berücksichtigung dieser umzurechnen. Die notwendigen Divisionen nach Gl. (1) und (2) ergeben dann stets sofort die gesuchte Größe in der richtigen Dimensionsbezeichnung.

Digitized by Google

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder.

Von Professor Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar, Hannover.

Übersicht. Im ersten Teil werden nach einer allgemeinen Betrachtung der Unterschiede zwischen den verschiedenen Ländern der Erde und der Beziehungen zwischen Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen und Bevölkerung die technischen Grundlagen, wie sie durch die geographische Lage der Länder beeinflußt sind, erörtert, wobei der Wahl des geeigneten Ortes für das Kraftwerk, der Ausgestaltung der Verteilung und der Installationen besondere Beachtung geschenkt wird.

In einem in Kürze folgenden zweiten Teile werden sodann die gesetzlichen Grundlagen, die für die Sicherung des Kapitals und für die Erhaltung der Wirtschaftlichkeit wichtig sind, besprochen, und es werden Tariffragen behandelt. Der Schluß beschäftigt sich mit den Faktoren, die bei der Betriebsführung von Bedeutung sind und von den in entwickelten Ländern üblichen oft abweichen.

Teil I.

Die Länder der Erde befinden sich in einem sehr verschiedenen Kulturzustande. Zwischen den tiefstehenden Kolonialländern und den hochstehenden Industrieländern gibt es fast alle Zwischenstufen. Industriell unentwickelte Länder können infolge erheblicher landwirtschaftlicher Betätigung oder des Vorhandenseins reicher Bodenschätze doch wirtschaftlich weit entwickelt sein. Industriell entwickelte Länder dagegen sind infolge des engen Zusammenhanges zwischen Wirtschaft und Technik immer auch in wirtschaftlicher Beziehung fortgeschritten.

Die Beschäftigungsart der Bevölkerung verschiedener Länder ist außerordentlich schwankend, je nach dem Anteil von Landwirtschaft, Industrie, Bergbau, Handel und Verkehr. Dementsprechend werden sie auch im Elektrizitätsverbrauch erhebliche Unterschiede zeigen, da die genannten Berufsgruppen stark voneinander abweichen. Nachstehende Zahlentafel 1 gibt die Zahl der Berufstätigen für einige Teile der 5 Kontinente wieder, u. zw. als Auszug einer ausführlicheren in Nr. 52 der VDI-Nachrichten 1931 erschienenen Zusammenstellung. Die Angaben sind nach dem steigenden Anteil der Landwirtschaft geordnet.

Zahlentafel 1.

Land	Berufstätige in		
	Landwirtschaft	Industrie u. Bergbau	Handel u. Verkehr
	in % aller Berufstätigen		
Europa:			
Großbritannien und Irland	10	45	20
Belgien und Luxemburg	18	45	18
Schweiz	26	42	16
Deutschland	31	41	17
Frankreich	38	33	11
Italien	56	24	11
Polen	76	9	6
Rußland	86	6	2
Asien:			
Indien	72	11	7
Afrika:			
Südafrika-Union	28	20	17
Ägypten	69	8	6
Amerika:			
Vereinigte Staaten	26	33	7
Chile	35	26	13
Mexiko	64	12	6
Australien:			
Ganzer Kontinent	23	34	11

Außer dem Einfluß der Beschäftigungsart sind noch bedeutende Unterschiede hinsichtlich des Wohlstandes, der Rasse, der meteorologischen, der geographischen und ähnlicher Verhältnisse vorhanden, so daß der Bedarf der verschiedenen Länder an elektrischer Arbeit und die Aussicht, in ihnen eine öffentliche Elektrizitätsversorgung einrichten zu können, große Unterschiede aufweisen wird. Daß die kulturell am tiefsten stehenden Länder zunächst noch nicht für eine öffentliche Elektrizitätsversorgung in Frage kommen werden, ist ohne weiteres einleuchtend, so daß sie also bei nachstehender Behandlung im allgemeinen ausscheiden. Anderseits ist über die Elektrizitätswirtschaft hochentwickelter Länder schon viel Literatur vorhanden und es erschien zwecklos, diese in den Rahmen der vorliegenden Arbeit einzubegreifen, so daß letztere sich wesentlich auf die dazwischen liegenden Stadien der Entwicklung beziehen soll. Um jedoch das in hochentwickelten Ländern Erreichte den Zuständen in weniger entwickelten gegenüberstellen zu können, ist es notwendig, in großen Linien zunächst die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in den ersteren zu behandeln. Man kann sich dann leichter klar darüber werden, wie die Anlagen in weniger entwickelten Ländern herzustellen sind, damit sie einerseits den zur Zeit ihres Baues vorliegenden Verhältnissen entsprechen, anderseits einer späteren Weiterentwicklung Rechnung tragen. So kann erreicht werden, daß den Beteiligten Enttäuschungen hinsichtlich der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit erspart bleiben. Die in fortgeschrittenen Ländern gemachten Erfahrungen können zum erheblichen Teile Berücksichtigung finden.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung erstreckte sich im Anfang fast ausschließlich auf die Beleuchtung; später trat der Elektromotor hinzu, der dem Handwerk, dem Gewerbe und der Industrie eine zweckmäßige und wirtschaftliche Kraftquelle gab, so daß zur Maschinenarbeit an Stelle der Handarbeit übergegangen werden konnte. Weiter führte sich der Elektromotor im Verkehrswesen ein, indem zunächst die Straßenbahnen und später verschiedene andere Bahnarten zum elektrischen Betriebe übergingen und das Arbeiten mit Pferden, Seilen, Dampf, Gas usw. aufgaben. Nebenher entwickelte sich ein erheblicher Verbrauch für elektrochemische Prozesse, besonders für große Industrieanlagen, in Anlehnung an Wasserkräfte, und schließlich spielte die Anwendung der Elektrizität zu Erwärmungszwecken eine immer größere Rolle, weil deren Vorzüge sich langsam Geltung verschafften. Voraussetzung für diesen Entwicklungsgang, der in wenigen Jahrzehnten durchlaufen ist, war aber das Vorhandensein einer genügend entwickelten Wirtschaft und Industrie. Beim Fehlen gewerblicher Betätigung bleibt die Elektrizitätsversorgung wesentlich auf Beleuchtung und einige wenige Kleinmotoren im Haushalt beschränkt. Erst das Vorhandensein von Handwerk, Gewerbe und Industrie gibt Gelegenheit zum Anschluß von Elektromotoren in großer Zahl und damit zur Schaffung einer guten Tagesbelastung.

Aber auch nach anderer Richtung bestehen wichtige Beziehungen zwischen Handwerk, Gewerbe und Industrie einerseits und der Elektrizitätsversorgung anderseits. Diese Beschäftigungsgruppen kommen beim Bau, bei Erweiterungen und beim Betrieb von Werken als Zulieferanten in Frage, sie können bei der Ausführung von Reparaturen herangezogen werden. Weiter ist zu beachten, daß bei einiger technischer Entwicklung des betreffenden Landes leicht Facharbeiter, Meister, Techniker und Ingenieure zu finden sind, die entweder direkt für einzelne Arbeiten verwendbar sind oder doch zu solchen ausgebildet werden können.

In manchen Ländern werden die Verhältnisse insofern besonders geartet sein, als ein Mangel an Menschen die Einführung des Elektromotors günstig erscheinen läßt, um die fehlenden Arbeitskräfte durch Maschinen zu ersetzen.

Die Psyche der Menschen fremder Länder ist oft schwer zu verstehen. Es wird infolgedessen besonders wichtig sein, mit Takt und Umsicht vorzugehen, wodurch Vorurteile vermieden bzw. beseitigt werden können. Für den Erfolg der Arbeit sowie für die Sicherheit des Betriebes können derartige Momente von großer Bedeutung werden. Besonderen Gewohnheiten und Überlieferungen muß man Rechnung tragen, wenn keine Rückschläge eintreten sollen.

In hochentwickelten Ländern sind Betriebstoffe für die Kraftwerke im allgemeinen vorhanden bzw. leicht und sicher zu beschaffen. In weniger entwickelten dagegen können sich die größten Schwierigkeiten ergeben, da die Gewinnung solcher im Lande entweder noch nicht in Angriff genommen ist oder die sichere Zufuhr Schwierigkeiten macht. Das ist wohl auch der Grund, weswegen man in vielen Fällen das Augenmerk zuerst der Ausnutzung von Wasserkräften zuwendet, wobei aber leicht übersehen wird, daß die Schwierigkeiten ihres Ausbaues oft außerordentlich groß sind. Dadurch kann das Anlagekapital leicht so ansteigen, daß eine Wirtschaftlichkeit schwer erreichbar ist. Soweit jedoch leicht ausbaufähige

Digitized by Google

Wasserkräfte in nicht zu großer Entfernung vom Versorgungsgebiet vorhanden sind, werden sie mit Erfolg heranzuziehen sein. Da es sich bei den Elektrizitätsversorgungsanlagen weniger entwickelter Länder meist um kleine Werke handelt, werden auch bedienungslose Wasserkraftanlagen in Frage kommen können, u. zw. mit vollautomatischer oder halbautomatischer Bauart. Die erstere wird besonders für Alleinbetrieb zweckmäßig sein oder für Parallelbetrieb mit anderen Werken, wenn die Entfernungen groß sind bzw. wenn die Leistung im Verhältnis zur Aufnahmefähigkeit des Netzes gering ist. In sonstigen Fällen wird Halbautomatik am besten sein. Bei allzu großen Entfernungen zwischen den einzelnen Siedlungen und geringem Konsum ist es unter Umständen gut, die Elektrizitätsversorgung in eine Anzahl von Kleinzentralen aufzulösen, wobei die Frage des automatischen Betriebes unter Umständen große Bedeutung haben kann.

Die deutsche Elektrotechnik ist schon immer in der ganzen Welt tätig gewesen und hat fast ein Drittel ihrer Gesamterzeugung ins Ausland geschickt. Sie ist auch in Zukunft darauf angewiesen, einen angemessenen Teil der in weniger entwickelten Ländern noch zu errichtenden Anlagen zu erhalten, wenn sie ihre Werkstätten beschäftigen will. Die Behandlung dieses Themas ist deshalb für die deutsche Elektrotechnik von großer Bedeutung; aber auch manchem deutschen Elektroingenieur wird die Betätigung in anderen Ländern die Möglichkeit, Arbeit zu finden, geben. Auf einen Erfolg ist jedoch nur dann zu rechnen, wenn genügende Erfahrungen vorhanden sind und wenn bei der Durchführung derartiger Arbeiten den jeweiligen Verhältnissen und den besonderen technischen Einzelheiten Rechnung getragen wird. Die Verhältnisse, unter denen der Elektroingenieur im Ausland und namentlich in weniger entwickelten Ländern seine Arbeiten durchführen muß, sind vielfach von denjenigen, die er hier gewöhnt ist, so verschieden, daß es einer besonderen Beschäftigung mit den abweichenden Verhältnissen bedarf, um Enttäuschungen und Mißerfolge zu vermeiden. Es erscheint gerade jetzt, wo so viele Elektrotechniker in der Heimat keine Betätigung finden, manchem aussichtsreich, sein Glück in anderen Ländern zu versuchen. Hier ist zu beachten, daß die wirtschaftliche Depression in vielen derselben ebenso groß ist, wie bei uns. Besonders ist es aber für eine Betätigung unter so ganz anderen Verhältnissen wichtig, auch genügend vorbereitet zu sein. Deswegen erscheint es zweckmäßig, nachstehend die Abweichungen soweit zu behandeln, wie das im Rahmen einer solchen Arbeit möglich ist.

Nach Mitteilungen in den VDI-Nachrichten vom 22. II. 1933 ist eine Arbeitsgemeinschaft der Auslandsingenieure in Berlin NW 7, Ingenieurhaus gebildet worden, die einen Auskunftsdienst für technische Fragen sowie für Bezugs- und Literaturquellen eingerichtet hat. Zu den Mitarbeitern zählen Herren mit langjährigen Auslandserfahrungen, so daß auch für Fragen dieser Art Sachverständige namhaft gemacht werden können.

Unter den Faktoren, die auf die technische Ausführung der Anlage Einfluß haben und die von den normalen Verhältnissen, wie sie in entwickelteren Ländern vorliegen, sich unterscheiden, gibt es solche, die eine Erschwerung bei der Einführung der Elektrizitätsversorgung bedeuten, während andere sich als fördernd erweisen.

Schwierigkeiten macht sehr oft der geringe Wohlstand eines großen Teiles der Bevölkerung, so daß die Zahl der Stromabnehmer, in den ersten Jahren wenigstens, sehr niedrig ist. Eine Erschwerung, die in weniger entwickelten Ländern oft in Erscheinung tritt, ist in der geringen Wohndichte zu sehen. Sie kann auf verschiedene Weise vorliegen: bei einer niedrigen Einwohnerzahl bei verhältnismäßig kleinen Flächen bzw. Entfernungen oder bei großer Einwohnerzahl, wenn es sich um außergewöhnlich große Gebiete handelt. Der einzuschlagende Weg wird natürlich sehr verschieden sein. Wenn die Fläche, über die verteilt werden soll, klein ist, werden die Schwierigkeiten leichter zu überwinden sein und es kann gelingen, eine wirtschaftliche Anlage zu schaffen, wenn man den richtigen Weg wählt. Sehr viel schwieriger liegt aber der andere Fall. Große Gebiete, d. h. große Entfernungen erfordern die Anwendung hoher Spannungen. Letztere bedingen aber hohe Anlagekosten und gut ausgebildetes Personal, so daß eine Wirtschaftlichkeit nur erreichbar ist, wenn auch große Leistungen zu übertragen sind, die eine erhebliche Stundenzahl im Jahre benutzt werden, das heißt also, es müssen große Arbeitsmengen abgesetzt werden können. Ein wirtschaftliches Ergebnis wird hier oft nur dadurch erreichbar sein, daß man zunächst eine Teillösung ins Auge faßt, indem man nur die wirtschaftlich günstigsten Gebiete herausgreift, d. h. mehrere getrennte Anlagen schafft, die später zu einer einheitlichen Versorgung zusammengeschlossen werden. Voraussetzung ist hier, daß von vornherein ein Gesamtplan entworfen wird, damit später der Zusammenfassung keine technischen Schwierigkeiten entgegenstehen. Einheitlichkeit der Stromart, Spannungen, Frequenz usw. muß gewahrt werden, um in späteren Zeiten, wenn durch Zunahme des Bedarfs bzw. durch Anwachsen der Bevölkerung die Durchführung einer einheitlichen Versorgung möglich wird, einen Zusammenschluß der technisch aufeinander abgestimmten Einzelteile ohne weiteres durchführbar zu machen.

In industriell wenig entwickelten Gegenden sind die Preise der Einzelteile, die zum Bau einer Elektrizitätsversorgungsanlage notwendig sind, oft wesentlich höher als in anderen Ländern, weil sie durch schwierige Transporte von den Erzeugungsländern her und unter Umständen durch hohe Zölle verteuert werden.

In noch stärkerem Maße machen sich zuweilen die Schwierigkeiten bemerkbar, die in der Beschaffung geeigneter Betriebstoffe liegen. Diese sind deswegen meist unangenehmer, weil sie sich während der ganzen Dauer des Arbeitens der Anlage geltend machen im Gegensatz zu den vorher behandelten, die nur während der Bauzeit vorliegen. Die Schwierigkeit in der Heranholung der Betriebstoffe bleibt dauernd eine Sorge des Unternehmers, weil sie oft unvorhersehbaren bzw. unkontrollierbaren Einflüssen ausgesetzt ist. Namentlich wenn Kohle, Öl, Erdgas usw. im Lande ganz fehlen, wird die Hoffnung auf Wasserkräfte gesetzt, die aber zuweilen als nicht geeignet bezeichnet werden müssen. Zunächst ist es fraglich, ob die Wasserkraft überhaupt wirtschaftlich ausbaufähig ist, und ob sie in angemessener Entfernung vom Bedarfsgebiet liegt. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, ist noch die Änderung der Wasserführung in den verschiedenen Jahreszeiten zu beachten. In den warmen und heißen Gegenden versiegt eine große Anzahl von Wasserläufen während eines erheblichen Teiles des Jahres. Da es sich hier fast immer um unregulierte Flüsse handelt, liegt die Möglichkeit einer Veränderung des Flußlaufes durch Naturereignisse usw. nahe. Andere Schwierigkeiten kann die Geschiebeführung[1] bei solchen Wasserläufen bringen.

Bei der Ausnutzung von Wasserkräften in kalten Landesteilen sind ganz besondere Verhältnisse zu beachten. Die Baubedingungen sind schwierig und die Bausaison ist sehr kurz. Solche Schwierigkeiten können aber überwunden werden, wie dies der Bau der Wasserkraftanlage am Flusse Niwa (Halbinsel Kola) zeigt. Diese ist das erste Wasserkraftwerk jenseits des Polarkreises und hat eine Leistungsfähigkeit von rd. 50 000 kW.

Wirtschaftlich erleichtern kann man den Bau von Flußwasserkraftanlagen in manchen Fällen dadurch, daß die Regulierung des Flusses damit verbunden und eine Schiffbarmachung erreicht wird.

Kleine Wasserkräfte können manchmal dadurch rentabel gemacht werden, daß sie entweder vollautomatisch oder halbautomatisch ausgebaut werden. Namentlich in Gegenden, in denen Mangel an technisch ausgebildetem Personal herrscht, wird diese Lösung in Frage kommen können.

Bei Vorhandensein einer großen und reichlichen Wasserkraft und gleichzeitigem Mangel an Kohle bzw. hohem Preise derselben kann zuweilen ein förderndes Moment für ihre Ausnutzung sich dadurch ergeben, daß der Anschluß von Elektro-Dampfkesseln für den Betrieb solcher industrieller Anlagen, die neben Kraftbedarf auch erheblichen Wärmebedarf haben, vorgesehen wird. So kann es unter Umständen gelingen, das Entstehen von Industrieanlagen zu ermöglichen, die sonst nicht gebaut werden könnten.

Welcher Betriebstoff jeweilig in einem Lande am zweckmäßigsten zu verwenden ist, hängt durchaus von den örtlichen Verhältnissen ab. Wie groß die Unterschiede sind, sollen hier nur ein paar Beispiele zeigen. In Deutschland z. B. werden erzeugt:

aus	Kohle	rd. 76	%	der	kWh
„	Wasser	„ 13	%	„	„
„	Gas	„ 9	%	„	„
„	Sonstigem	„ 2	%	„	„

In Rußland dagegen:

aus	Kohle	„ 25	%	„	„
„	Torf	„ 28	%	„	„
„	Öl	„ 35	%	„	„
„	Wasser	„ 10	%	„	„
„	Holz u. Sonstigem	„ 2	%	„	„

[1] ETZ 1921, S. 132.

Digitized by Google

und in Neuseeland:

aus Kohle	. . . . .	„ 18 %	der kWh
„ Wasser	. . . .	„ 81,5 %	„ „
„ Öl, Gas und Sonstigem	. . . .	„ 0,5 %	„ „

In Griechenland benutzen von 242 Elektrizitätswerken 202 Öl, d. h. also 83 % aller Werke.

Wenn keine geeigneten Wasserkräfte vorhanden oder solche nicht ausbauwürdig sind oder nicht in wirtschaftlicher Nähe liegen, kommen als Betriebstoffe in Frage:

Kohle und Kohlenabfälle
Torf
Öl und Ölabfälle
Erdgas
Ölschiefer
Holzabfälle
Stroh
Abfälle von Hülsenfrüchten, Kaffee usw.
Abfälle von Zuckerfabriken, Gerbereien usw.

Weiter könnte auch die Ausnutzung der Gezeiten und der Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und der Tiefe des Meeres sowie Sonnenstrahlung, Erdwärme und Wind in Frage kommen. (*Fortsetzung folgt.*)

Einrichtung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zur Eichung von Meßgeräten für die Feststellung von mechanischen Bewegungen.

Von Dr.-Ing. **R. Bernhard** und Dipl.-Ing. **A. Kammerer**, Berlin.

Übersicht. Es wird eine Einrichtung beschrieben[1], mit welcher die Eichung von Meßgeräten zur Feststellung von mechanischen Bewegungen durchgeführt werden kann. Das Eichgerät beruht auf elektromagnetischer Grundlage, wobei für statische Eichungen Gleichströme, für dynamische Wechselströme benutzt werden. Durch die Einrichtung ist es gelungen, rein sinusförmige mechanische Schwingungen zu erzielen, die von 5 ··· 300 Hz stetig regelbar sind.

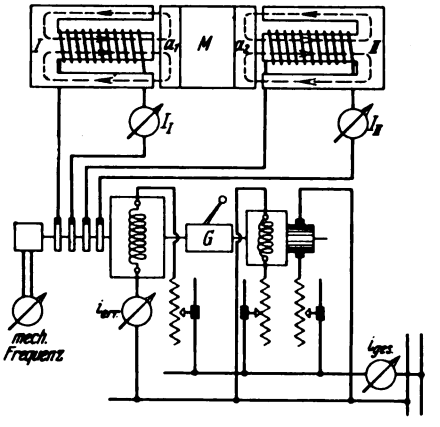
Die Kenntnis der an Konstruktionsteilen stoßweise auftretenden oder in Form von schnellen Schwingungen verlaufenden Beanspruchungen hat in neuerer Zeit erheblich an Bedeutung gewonnen. Aus der Messung derartiger Schwingungen lassen sich einerseits Schlüsse über den Zustand von Konstruktionsteilen ziehen, anderseits können daraus Anhaltspunkte für zweckmäßige Ausbildungen dynamisch beanspruchter Bauteile gewonnen werden.

Die Messung dieser Kräfte beruht — sobald es sich z. B. um Dehnungen handelt — gewöhnlich darauf, daß man eine Meßvorrichtung mit einer bestimmten „Meßlänge" auf dem zu untersuchenden Bauteil befestigt und dabei die Veränderung dieser Meßlänge unter dem Einfluß von äußeren Kräften beobachtet bzw. registriert. Soweit sehr kleine Längenänderungen zu messen sind, bedarf man zur Sichtbarmachung der Bewegung einer Vergrößerung in irgendeiner Form. Für derartige Meßgeräte sind eine beträchtliche Anzahl von Vorschlägen gemacht und zum Teil auch ausgeführt worden. Ohne auf Einzelheiten der verschiedenen Bauweisen dieser Apparate einzugehen, kann man sie im wesentlichen in drei Gruppen einteilen:

1. mechanische Geräte mit Vergrößerung der Bewegung durch Hebelübertragung,
2. mechanisch-optische Geräte mit Vergrößerung durch einen Lichtzeiger oder durch ein Mikroskop,
3. elektrische Geräte mit Benutzung von Oszillographen oder Vibrationsgalvanometern, wobei Sender und Empfänger voneinander räumlich getrennt sein können[2].

Während die Zahl der bereits bestehenden Meßapparate erheblich ist, bestanden bisher keine oder nur unvollkommene Einrichtungen zur Eichung dieser Geräte. Die Bedingungen, welche man an derartige Eichgeräte stellen muß, verlangen die Erzeugung von sinusförmigen mechanischen Schwingungen in der Größenordnung von etwa 5 bis 300 Hz, wobei die Schwingungsweiten des Eichgerätes in der Größenordnung von 0,0005 ··· 2 mm liegen sollen. Bei Untersuchung von Spannungsmessern entsprechen diese Ausmaße, bezogen auf eine Meßlänge von etwa 10 bis 500 mm, ungefähr allen praktisch vorkommenden Beanspruchungen von Bauteilen. Mit der Einrichtung sollen außerdem auch statische Längenänderungen sowohl nach der einen als auch nach der anderen Richtung dargestellt werden können (Zug- und Druckbeanspruchung). Endlich muß es möglich sein, stationäre Belastungen (statische Vorlast) mit darüber gelagerten periodischen Laständerungen nachzuahmen. Diese Forderungen sind mit einem auf elektromagnetischer Grundlage beruhenden Gerät (Abb. 1) in folgender Weise zu lösen versucht:

Eine Masse M schwingt unter dem Einfluß einer Federspannung in horizontaler Richtung. Sie führt diese Schwingungen zwischen zwei einander gegenüberliegenden Elektromagneten I und II aus, deren Eisenkörper aus Dynamoblechen hergestellt sind. Die Magnete sind in einem schweren Gehäuse aus Gußeisen untergebracht und bilden mit ihm den festen Teil der Eicheinrichtung, während die schwingende Masse aus Chromnickelstahl mit den Ankern a_1 und a_2 den beweglichen Teil darstellt. Fester und beweglicher Teil haben ein Gewichtsverhältnis von 20 : 1 (Gehäuse 1000 kg). Sie werden zum Aufspannen der zu prüfenden Meßgeräte mit je einer Eisenplatte abgedeckt. Die zu den Elektromagneten gehörigen lamellierten Ankereisen a_1 und a_2 sind an zwei Längsseiten der schwingenden Masse befestigt. Die



M bewegliche Masse a_1, a_2 Anker, fest mit M verbunden
I, II Magnete G Getriebe

Abb. 1. Schaltbild der Eicheinrichtung.

Wicklungen der Elektromagnete werden von zwei um 90 ° gegeneinander verschobenen Wechselströmen gespeist. Die auf den Anker durch die Ströme ausgeübten Kräfte sind in jedem Augenblick gleich der Differenz der Kräfte des Magneten I bzw. II. Ist den Wechselströmen keine Gleichstromkomponente überlagert, und sind die Amplituden der Magnetkräfte von I und II gleich groß, so schwingt die Masse symmetrisch zur Ruhelage. Die höchste erreichbare Zugkraft der Magnete beträgt rd. 1000 kg.

Die von jedem Magneten auf den zugehörigen Anker ausgeübte Kraft ist dem Quadrat des magnetischen Feldes verhältnisgleich. Die Kräfte üben demnach auf den Anker nur eine positive, u. zw. anziehende Wirkung aus. Ferner ist die Frequenz, mit welcher das Pulsieren der Kräfte erfolgt, doppelt so groß wie die des Stromes. Dies ergibt sich aus folgender mathematischer Beziehung:

$$K_I = \Phi_I^2 \sin^2 \omega t = \frac{\Phi_I^2}{2} (1 - \cos 2\omega t).$$

[1] Vgl. a. Bernhard, Z. VDI. Bd. 75, S. 1559 (1931).
[2] Lehr, Masch.-Bau Bd. 10, S. 711 (1932).

Digitized by Google

Hierin bedeuten K_I die Kraft, Φ_I den Kraftfluß und $\omega = 2\pi f$ die Kreisfrequenz des Wechselstromes. Nimmt man an, obige Gleichung wäre die Beziehung für die eine Magnetseite, so muß sie für die andere Seite lauten

$$K_{II} = \Phi_{II}^2 \sin^2\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\Phi_{II}^2}{2}\left\{1 - \cos 2\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right\},$$

da eine Phasenverschiebung von einer Viertelperiode vorliegt. Wenn der Kraftverlauf abhängig von der Zeit t für K_I nach oben abgetragen wird, so muß der Verlauf von K_{II} sinngemäß unterhalb der Abszissenachse liegen. Setzt man K_I und K_{II} zu einer Resultierenden zusammen, so erhält man nach obigen Voraussetzungen eine Schwingung, die symmetrisch zur Abszissenachse verläuft (Abb. 2a und b). Man erkennt ohne weiteres auch den

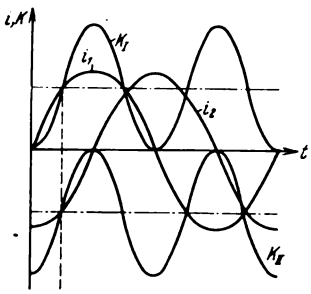


Abb. 2a. Kräfte- und Stromverlauf.

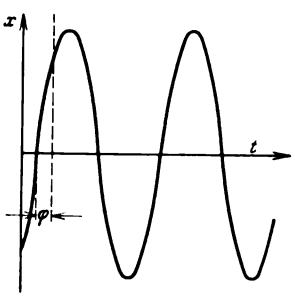
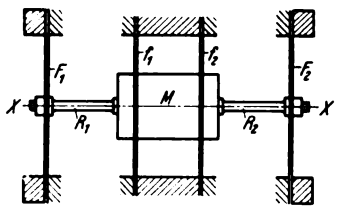


Abb. 2b. Tischbewegungen.

Einfluß verschieden starker Erregung der Magnete. Durch Erregung der Magnete mit Gleichstrom lassen sich konstante Auslenkungen herbeiführen, und zwar in positivem oder negativem Sinne, je nachdem der Kraftüberschuß auf der einen oder anderen Seite liegt. Im Grenzfall führt eine Seite keinen Strom. Die Erzeugung des zweiphasigen Wechselstromes geschieht in einem Zweiphasen-Synchrongenerator von 2 · 50 kVA Leistung, der mit einem regelbaren Gleichstrommotor über ein vierstufiges Automobilgetriebe gekuppelt wird. Durch Veränderung der Drehzahl der Synchronmaschine lassen sich mechanische Frequenzen von 5 ··· 300 Hz entsprechend 2,5 ··· 150 Wechselstromperioden herstellen. Die Veränderung der Drehzahl geschieht durch Ankerstromregelung bzw. durch Feldschwächung des Gleichstrommotors sowie durch Schalten des Getriebes. Die Größe der Magnetkräfte kann auf einfache Weise durch Feldänderung des Wechselstromgenerators eingestellt werden. Da die Belastung des Generators durch die Magnete vorwiegend induktiv ist, so mußte die Maschine dieser Aufgabe angepaßt, d. h. mit besonders starker Erregung ausgeführt werden. Um möglichst sinusförmige Bewegungen der schwingenden Masse zu erzielen, ist die Maschine mit einer Dämpferwicklung versehen, wodurch Oberwellen in der Spannungskurve unterdrückt werden.

Die Steuerung und das Anlassen des Maschinensatzes erfolgen von einem besonderen fahrbaren Schaltpult aus. Dort können auch die Magnetströme, die Spannung an den Magneten, die Stromaufnahme des Antriebsmotors und die Frequenz, mit welcher die mechanische Schwingung erfolgt, abgelesen werden (Abb. 1).

Die Eigenfrequenz, mit welcher die bewegliche Masse ausschwingt, wenn man sie z. B. mechanisch anstößt, ist im wesentlichen von der Masse und von den Federkräften des schwingenden Systems abhängig. Da bei der beschriebenen Eicheinrichtung eine entsprechend starke künstliche Dämpfung aus praktischen Gründen nicht eingerichtet werden konnte, so würden bei Erregung des Systems mit seiner Eigenfrequenz sehr große Ausschläge auftreten. Im Betriebe arbeitet man daher nur bis zu etwa 75 % der Resonanzfrequenz. Durch Auswechselung der Federsätze können dem Schwingungsystem vier verschiedene Eigenfrequenzen erteilt werden. Die grundsätzliche Anordnung der Federsätze zeigen Abb. 3a und b. Die Parallelführung der Masse M in Richtung der XX-Achse wird zunächst durch je ein Blattfederpaketpaar f_1 und f_2, die im Gehäuse angeordnet sind, herbeigeführt. Diese Federn sind verhältnismäßig weich. Die eigentliche Schwingungsarbeit wird in den starken Blattfedern F_1 und F_2 umgesetzt. Die Verbindung zwischen F_1 bzw. F_2 und M geschieht durch zwei dünnwandige Rohrfedern R_1 und R_2. Für die erste Stufe werden zwei verhältnismäßig lange Blattfedern F_1 und F_2 verwendet, für die zweite Stufe dagegen kommen zwei kürzere Blattfedern F_1 und F_2 in Betracht, wodurch sich die Eigenschwingungszahl des Systems erhöht. Die dritte Stufe erhält eine kurze Blattfeder auf der einen Seite, auf der anderen Seite nur das Rohr R_1, wobei die zweite Blattfeder durch einen kräftigen Block ersetzt wird, in welchem das Rohr eingespannt ist. Für die vierte Stufe endlich kommen beide Rohre R_1 und R_2 in Betracht, wobei beide Blattfedern F_1 und F_2 entfernt und durch Einspannblöcke ersetzt werden. Bei kleinen Kräften können die Rohre R_1 und R_2 als starre Körper betrachtet werden; bei größeren Kräften dagegen sind auch sie Längsdehnungen (Schwingungen) ausgesetzt. Erst durch die Verwendung derartiger Rohrfedern ist die Erreichung hoher mechanischer Eigenfrequenzen möglich geworden.



f_1. f_2 Lenkerfedern zur Führung des beweglichen Teils
F_1, F_2 Blattfedern für niedrigere Eigenfrequenzen (auswechselbar)
R_1. R_2 Rohrfedern für hohe Eigenfrequenzen

Abb. 3a. Anordnung der Federn.

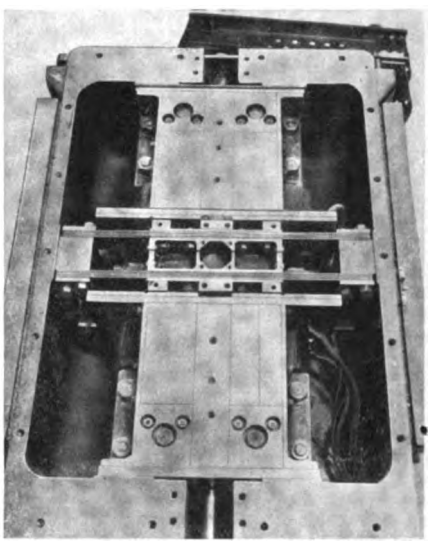


Abb. 3b. Aufsicht auf den Prüfstand. Aufspannplatten abgenommen. In der Mitte sind die waagerecht liegenden Lenkerfedern zur Geradführung des beweglichen Teils, oben und unten ein Teil der Rohrfedern zur Heraufsetzung der Eigenschwingungszahl erkennbar.

Um z. B. Dehnungsmesser zu eichen, werden sie mit dem einen Ende auf dem festen, mit dem anderen Ende auf dem beweglichen Teil — Tischplatte — der Eicheinrichtung festgeklemmt (Abb. 4 u. 5). Die Sichtbarmachung der Relativbewegung zwischen festem und beweglichem Teil geschieht auf optischem Wege. Zwischen zwei Böcken a und b ist auf dem festen bzw. beweglichen Teil der Eicheinrichtung eine dünne Welle w eingespannt (Abb. 6). Beide Lagerstellen vollführen unter dem Einfluß der waagerechten Schwingungen der Tischplatte Parallelbewegungen und erteilen der Welle eine kleine Winkeldrehung, die in einer Parallelebene der Tischplatte liegt. Diese Winkelabweichungen werden durch einen auf die Welle gekitteten Spiegel S sichtbar gemacht. S wird über Reflexionsprismen von der Bogenlampe eines Oszillographen beleuchtet. Der Spiegel wirft sodann sein Licht auf die Registriereinrichtung dieses Oszillographen zurück. Bei Meßgeräten, die auf elektrischer Grundlage beruhen, können die mechanischen Bewegungen in Strom- oder Spannungsänderungen umgesetzt und mit Hilfe einer Oszillographenschleife gleichzeitig sichtbar gemacht werden. Durch gleichzeitige Aufnahme der Spiegel- und Meßgerätanzeige läßt sich also ein einwandfreier Vergleich beider Angaben herbeiführen (Abb. 7). Im allgemeinen wird der Tisch nur die gewünschte Parallelbewegung in der XX-Richtung ausführen. Für die richtige Messung unerwünscht wäre namentlich eine Drehbewegung um lotrechte Achsen. Hierbei könnte auch der Fall eintreten, daß die erwähnte Drehbewegung eine ganz andere Eigenfrequenz besitzt als die waagerechte Parallelbewegung. So wäre es z. B. möglich, daß die Drehbewegung innerhalb des Arbeitsbereichs bei einer bestimmten Periodenzahl plötzlich einsetzt, ein Maximum erreicht und nach über-

Digitized by Google

schreiten der Resonanzstelle wieder verschwindet. Um das etwaige Auftreten dieser parasitären Schwingungen beobachten zu können, sind auf jeder Seite des beweglichen Teiles je ein derartiger Spiegel S und außerdem zwei Kontrollmikroskope angebracht. Die Spiegel geben die Form und Phase der Bewegung der linken und rechten Kante

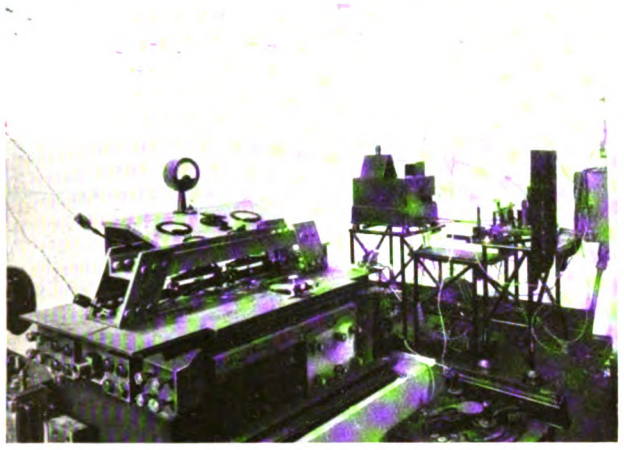


Abb. 4. Eichtisch mit Schaltpult (links hinten) und Oszillograph (rechts).

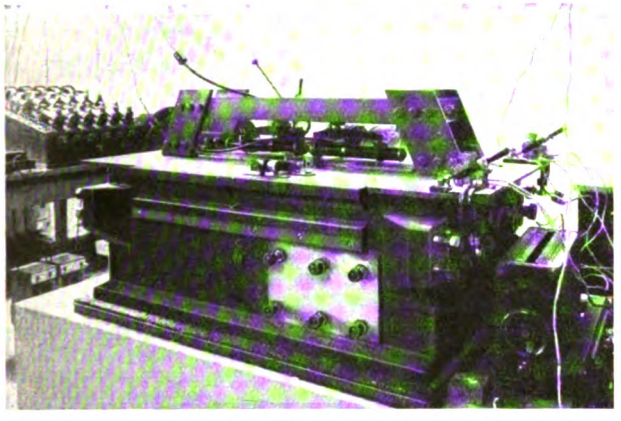


Abb. 5. Eichtisch mit aufgespannten Meßgeräten.

des Tisches, die Mikroskope dagegen die absolute Größe der Tischausschläge auf jeder Seite wieder. Durch das Okular des Mikroskopes, das auf dem festen Teil der Eicheinrichtung befestigt ist, wird der ebenfalls auf dem festen Teil befindliche Faden einer Glühlampe durch eine Linse am beweglichen Teil beobachtet, der sich je nach der Größe der Tischausschläge zu einem mehr oder minder breiten leuchtenden Band auseinanderzieht. Eine weitere für die Eichung aber weniger ins Gewicht fallende Nebenbewegung ist eine Drehung um eine waagerecht liegende, zur XX-Achse senkrechte Achse. Um diese Bewegungen zu unterdrücken, sind Dämpfungen in Form von Gummipuffern vorgesehen.

Auf die Theorie des Schütteltisches kann aus Platzmangel nur ganz oberflächlich eingegangen werden. Wer sich mit ihr eingehender befassen will, sei auf eine Arbeit von Lehr[3] verwiesen. Auch die Theorie des Telephons liefert ähnliche Ergebnisse.

Der Wechselstromgenerator liefert zwei sinusförmige, gegeneinander um eine Viertelperiode verschobene Spannungen, von welchen z. B. die erste an den Magneten I gelegt wird; dann ist

$$u_I(t) = \sqrt{2}\, U_0 \sin \frac{2\pi}{T} t = \frac{\mathrm{d}\,\Phi_1}{\mathrm{d}\,t} w + r\, i_1;$$

hierin bedeuten i_1 den Strom, Φ_I den Magnetfluß für I und U_0 den Effektivwert der Wechselspannung und w die Windungszahl. Die Bewegungsgleichung für die Massenkraft $m \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\,t^2}$, für die Dämpfung $p \frac{\mathrm{d}\,x}{\mathrm{d}\,t}$ und die Federkraft $c\,x$ lautet für I

$$K_I(t) = m \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\,t^2} + p \frac{\mathrm{d}\,x}{\mathrm{d}\,t} + c\,x;$$

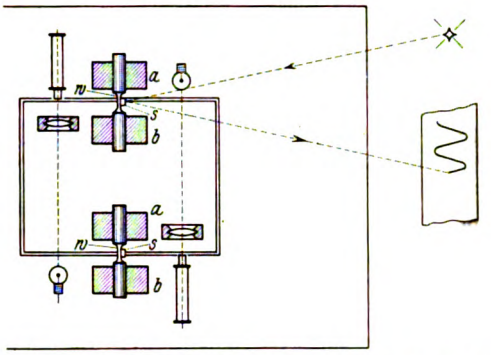
[3] Lehr, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 330 (1930).

hierin ist x die augenblickliche Auslenkung aus der Ruhelage x_0. Nach der Anordnung der Eicheinrichtung müßten wir die linke Seite mit $x_0 + x$, die rechte mit $x_0 - x$ orientieren. Die Induktion $\mathfrak{B}$ im Luftspalt ist abhängig vom Luftspalt $x_0 \pm x$ und vom Strom. Somit ist also, wenn Q den Flußquerschnitt bedeutet,

$$\Phi_I = \mathfrak{B}_I Q = 0{,}4\,\pi\, w \frac{Q}{x_0} \frac{i_1}{1 + \frac{x}{x_0}} = L_0 \frac{i_1}{1 + \frac{x}{x_0}} = L_1\, i_1$$

$$\Phi_{II} = \mathfrak{B}_{II} Q = 0{,}4\,\pi\, w \frac{Q}{x_0} \frac{i_2}{1 - \frac{x}{x_0}} = L_0 \frac{i_2}{1 - \frac{x}{x_0}} = L_2\, i_2.$$

Es stellt mithin L_0 den Selbstinduktionskoeffizienten einer Magnetseite für $x = 0$ dar. Für den Ruhezustand des Tisches ist $L_1 = L_2 = L_0$.



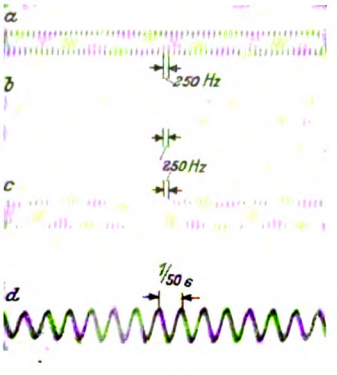
a feste Lager für w b bewegliche Lager für w s Spiegel w Spiegelwelle

Abb. 6. Spiegel- und Mikroskopbeobachtung am Eichtisch.

Die Magnetkräfte sind dem Quadrat des Kraftflusses verhältnisgleich und bei geringer Sättigung des Magneteisens auch proportional dem Quadrat des Stromes. Da nun $\Phi_1 = \frac{L_1 i_1}{w}$, so wird

$$K_I(t) = A\,\Phi_I^2 = A \frac{L_0^2}{w^2} \left(1 - \frac{x}{x_0}\right)^2 i_1^2 = B \left(1 - \frac{x}{x_0}\right)^2 i_1^2,$$

wobei $1/(1 + x/x_0)$ in eine Reihe entwickelt und nach dem zweiten Gliede abgebrochen werden kann. Oszillographische Aufnahmen während der Bewegung des Tisches haben aber gezeigt, daß innerhalb der praktisch vorkommenden Ausschläge die Ströme oberwellenfrei sind, d. h.



a Anzeige des zu prüfenden Meßgerätes Nr. 1
b Anzeige des Kontrollspiegels
c Anzeige des zu prüfenden Meßgerätes Nr. 2
d Zeitzeichen $^1/_{50}$ s

Abb. 7. Prüfungsdiagramm für sinusförmige Schwingungen von 250 Hz und $^1/_{1000}$ mm Amplitudenhöhe.

Originalvergrößerung 1000fach.

sinusförmigen Charakter haben. Die Magnete verhalten sich demnach so, als ob die Wechselspannung an eine konstante Selbstinduktion (L_0) angeschlossen wäre. Man kann also den Quotienten x/x_0 vernachlässigen und unter diesen Umständen nach dem Superpositionsgesetz rechnen, indem man aus den Kraftwirkungen jeder Magnetseite die zugehörigen Wege ermittelt und sie addiert. Dann erhält man die einfachen Gleichungen:

$$\sqrt{2}\, U_0 \sin \frac{2\pi}{T} t = L_0 \frac{\mathrm{d}\, i_1}{\mathrm{d}\, t} + r\, i_1 \qquad (1)$$

$$B\left[1 - \cos 2\left(\frac{2\pi}{T} - \varphi\right)\right] = m \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\,t^2} + p \frac{\mathrm{d}\,x}{\mathrm{d}\,t} + u\,x. \qquad (2)$$

Digitized by Google

Beide Gleichungen sind unter der oben gemachten Vernachlässigung voneinander vollkommen unabhängig. Die erzwingende Kraft zerfällt in zwei Teile, in eine konstante Kraft B und in einen periodischen Anteil

$$-B\cos 2\left(\frac{2\pi}{T}-\varphi\right). \qquad (3)$$

Eine sinusförmige Kraft nach Gl. (3) muß aber eine sinusförmige Bewegung zur Folge haben. Hieraus lassen sich die Phasenverschiebung zwischen der Kraftamplitude B und der Wegamplitude X_0 sowie die absolute Größe von X_0 bestimmen. Es ist

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{p\,\nu}{c-m\,\nu^2}$$

$$B = X_0\sqrt{(c-m\,\nu^2)^2+p^2\,\nu^2},$$

worin ν die Frequenz der mechanischen Schwingungen bedeutet. Durch Zusammensetzen der Wege der rechten und linken Seite erhält man endlich den resultierenden Weg gemäß Abb. 2 b.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß sich der neue Prüfstand bei der Untersuchung der verschiedensten dynamischen Meßgeräte bewährt hat. Die Güte der Instrumente, ihre Fehler und ihre Meßbereiche konnten bestimmt werden. Eine Verbesserung der Geräte ist in vielen Fällen erst durch eine derartig eingehende dynamische Prüfung ermöglicht worden.

Elektrische Band- und Drahtdurchziehöfen.

Bei der elektrischen Durchziehanlage „Falcon" erfolgen das Härten (Erwärmen und Abschrecken), Reinigen und Anlassen von Draht oder Band in einem Arbeitsgang[1]. Folgende Punkte verdienen besondere Beachtung:

1. Am Austrittsende des Härteofens ist eine von der Hauptheizung elektrisch getrennte Zusatzheizung untergebracht, die mit Regelwiderstand oder mit selbsttätiger Temperaturregelung ausgerüstet wird, und die den sonst häufig auftretenden Temperaturabfall des Gutes an der Anlaßstelle beseitigt.
2. Die Aufnahme des Ofens wird in der Regel für eine relative Einschaltdauer von 75 % bemessen. Unter diesen Wert kann man mit Rücksicht auf etwa auftretende Spannungsschwankungen kaum gehen. Um stets auch bei verschiedenen Durchsätzen diesen Betrag einstellen zu können, ist ein Regeltransformator vorgesehen.
3. Bei einer Gesamtlänge des Ofens bis zu 6 m wird die Temperatur nur mit einem einzigen Fühlorgan gesteuert, was nach deutscher Auffassung gering erscheint.
4. Die Heizkörper des Härteofens bestehen aus „Haarnadelelementen" aus Chromnickel. Die einzelnen Elemente haben quadratischen Querschnitt von 8 mm Kantenlänge.
5. Für die Behandlung von Draht oder mehrerer kleiner Bänder wird die Muffel, die sonst den ganzen Glühraum erfüllt, durch eine Reihe einzelner Rohre ersetzt.
6. Den interessantesten Teil der Anlage bildet die Abschreckvorrichtung. Das Abschrecken wird bei Bändern gleichzeitig mit dem sogenannten Bügeln durchgeführt. Die Bänder laufen zwischen zwei gekühlten Druckplatten. Die obere Druckplatte sitzt frei beweglich auf der unteren und ist mit dieser durch eine Öldichtung verbunden, welche das Eindringen von Luft in den Zwischenraum zwischen beiden Platten verhindert.

   Beim Härten von Draht fällt die Öldichtung weg. Die obere und untere Platte sitzen unmittelbar aufeinander. Die untere hat Einschnitte für die einzelnen Drähte.

   Die ganze Abschreckvorrichtung kann an das Ofengehäuse angedrückt werden, wodurch das Eindringen von Sauerstoff sowohl in die Glührohre als auch in den Zwischenraum zwischen beiden Druckplatten verhindert wird.

   Um die Reibung zwischen dem Härtegut und den Druckplatten zu verhindern, ist Ölschmierung vorgesehen, für die ein Spezialöl verwendet wird, welches trotz Berührung mit dem glühenden Gut keinen Kohlenstoff abscheidet.

   Der Druck der oberen Platte ist mit Hilfe von Federn einstellbar. Die Kühlung der Druckplatten erfolgt durch Wasser.
7. Anschließend an den Anlaßofen sind Kühlrohre vorgesehen, die eine langsame Abkühlung anschließend an das Anlassen gewährleisten und unter Umständen mit einer Hilfsheizung versehen werden können, um die Abkühlgeschwindigkeit einstellen zu können.
8. Die ganze Anlage ist ausgelegt für eine Wärmebehandlungsdauer im Härteofen und Anlaßofen von je 2,5 s für je 0,025 mm Bandstärke. *Pk.*

[1] Hersteller: H. O. Swoboda, Inc., Pittsburgh, Pa.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 325.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Spannungswandlerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\overline{24}$, Spannungswandler für dreiphasigen Wechselstrom, die Form T E 13 M,

hergestellt von den **Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in Berlin-Charlottenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 2. XII. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 753.

Beschreibung.

System $\overline{24}$,

Spannungswandler für dreiphasigen Wechselstrom, die Form TE13M, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die Dreiphasen-Spannungswandler der Form TE13M können für Oberspannungen bis 10 kV, für die Unterspannungen 100, 110, 190 und 220 V bei einer Leistung von 30 VA je Phase und für die Frequenz 50 Hz beglaubigt werden. Der sekundäre Nullpunkt kann herausgeführt werden.

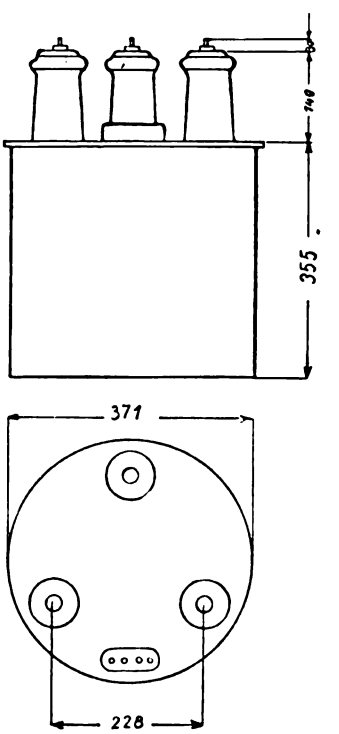


Abb. 1.

Die Prüfspannungen entsprechen den vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (R.E.W. 32) festgesetzten Werten.

Die Wandler der Form TE13M sind Dreischenkel-Wandler. Sie werden in einen runden Topf eingebaut, der mit Vergußmasse angefüllt und durch einen gußeisernen Deckel abgeschlossen wird. Deckel und Leistungsschild können gemeinsam plombiert werden. Die Unterspannungsklemmen können durch eine plombierbare Schutzkappe abgedeckt werden. Die Abb. 1 läßt den äußeren Aufbau der Wandler für 6 und 10 kV Oberspannung erkennen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Zur Theorie der Drehstrom-Einphasenstrom-Umformung mit Gleich- und Wechselrichtern. — Die Kupplung eines Drehstromnetzes mit einem Einphasennetz anderer Frequenz — von praktischer Bedeutung bei der Umformung von Drehstrom 50 Hz aus einem Landesnetz in Einphasenstrom 16⅔ Hz zur Versorgung eines Bahnnetzes — wird hinsichtlich des gegenseitigen Frequenzverhältnisses beider Netze ohne weiteres elastisch, wenn sie über Gleichstrom vorgenommen wird. Abb. 1 zeigt den prin-

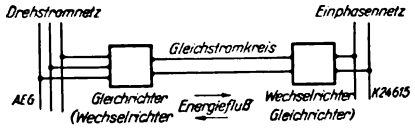


Abb. 1. Elastische Kupplung eines Drehstromnetzes mit einem Einphasennetz durch Umformung über Gleichstrom.

zipiellen Aufbau einer entsprechenden Einrichtung. Die Stromumformungen werden hierbei mit Hilfe von gittergesteuerten Entladungsgefäßen vorgenommen. Fließt Energie vom Drehstrom- in das Einphasennetz, dann wird der Drehstrom im Gleichrichter gleichgerichtet und der Gleichstrom im Wechselrichter in den Einphasenstrom wechselgerichtet (Gleich-Wechselrichter-Anordnung). Die Arbeitsfolge kehrt sich um beim Energiefluß in der entgegengesetzten Richtung. Die Größe der durchgehenden Leistung wird geregelt durch entsprechende Gittersteuerung am Gleichrichter. R. Feinberg untersucht den Fall der Drehstrom-Einphasenstromumformung. Die Arbeitsweise des Wechselrichters wird beschrieben. Enthält das Einphasennetz keine die Frequenz und die Spannung bestimmenden Maschinen, dann ist dem Wechselrichter eine leerlaufende Synchronmaschine zuzuordnen. Diese wirkt dann als Taktgeber, außerdem deckt sie bei Bedarf die induktive Blindleistung des Verbrauchers. Es wird gezeigt, wie die einphasenseitig hervorgerufenen Leistungspulsationen von der im Gleichstromkreis liegenden Drosselspule und der Synchronmaschine zu speichern sind, damit sie nicht auf das Drehstromnetz übertragen werden und dieses unbalanciert werden lassen. Die Induktivität der Drosselspule sowie die Scheinleistung der idealen Synchronmaschine werden berechnet, außerdem wird die Typenleistung des Gleichrichtertransformators für den Fall der dreiphasigen Graetzanordnung angegeben. Die Belastung durch den Umformer verteilt sich gleichmäßig auf die drei Linien des Drehstromnetzes. Der Leistungsfaktor des Drehstromnetzes entspricht im wesentlichen dem Leistungsfaktor bei normalem Gleichrichterbetrieb. Arbeitet der Umformer parallel mit einem Blindleistung aufnehmenden Verbraucher, so wird der Gesamtleistungsfaktor des Drehstromnetzes verbessert. Oszillogramme bestätigen die Richtigkeit der gezeichneten Strom- und Spannungskurven. (R. Feinberg, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 3, S. 200.)

Leitungen.

Imprägnierverfahren für Holzmaste. — Um den Wert der verschiedenen Imprägnierverfahren möglichst objektiv festzustellen, um daraus ein besonders gutes Verfahren bzw. eine gewisse Holzart herauszufinden, leitete die Staatliche Wasserfalldirektion Schwedens im Jahre 1920 praktische Versuche ein. Diese umfaßten 41 Reihen mit je 10 Masten zur Hälfte im Lehmboden und zur Hälfte im Sandboden. Die Versuchsmaste wurden in Längen von 2.25 m aus normalen Fernleitungsmasten vom Oberende abgeschnitten und mit Ausnahme von denjenigen, die Betonsockel erhielten, 1,5 m tief in die Erde eingegraben. Nach 8 Jahren wurde eine erste Untersuchung der Verwesungschäden angestellt, indem 2 ··· 4 der am meisten beschädigten Maste ausgebaut und einer eingehenden und planmäßigen Untersuchung unterworfen wurden. Ein Teller in der Erdschicht und weitere Teller auf allen 20 cm nach oben und nach unten wurden abgeschnitten. Die Holzteller wurden darauf in bezug auf Gesamtfläche, frische Holzfläche und beschädigte Holzfläche (letztere in drei Abstufungen R I, R II, R III), gemessen, wodurch Vergleichsziffern über die Stärke der Beschädigung bei verschiedenen Arten der Versuchsmaste gefunden wurden. Außerdem sind Artbestimmungen der Fäulnis-Pilze und Festigkeitsberechnungen über das Material vorgenommen worden. Weil sich die erste Untersuchung nur auf einen Teil des Gesamtmaterials erstreckt, dürfte es verfrüht sein, endgültige Schlußsätze zu ziehen. Die vorläufigen Ergebnisse sind trotzdem sehr interessant. Zunächst stellte sich heraus, daß Maste mit Kreosolölimprägnierung nach Rüpings Sparverfahren (rd. 120 kg Öl pro m³ Gesamtvolumen) oder Kupfervitriolimprägnierung nach Boucherie nach äußerlicher Beobachtung keine Schäden zeigten. Die fraglichen Maste wurden deshalb nicht näher untersucht. Die beiden genannten Imprägnierverfahren sind allen einfacheren Konserviermethoden überlegen.

Die Frage, ob rohe oder getrocknete Maste gleichwertig sind, fand eine Beantwortung darin, daß rohe, nicht behandelte Kiefermaste nur 3 % Schäden der höchsten Stufe (R III) hatten, wogegen der Prozentsatz bei trockenen, nicht behandelten Masten auf 27 stieg. Dies dürfte seine Erklärung darin finden, daß letztere beim Trocknen Risse bekommen, wobei die Pilze bereits vor der Verwendung angreifen. Dadurch, daß die Versuchsmaste vom Oberteil abgeschnitten wurden, dürfte die Rißbildung bzw. Infektion größer geworden sein als bei normalen Masten. Aus den Vergleichsziffern könnte vielleicht deshalb nur der Schlußsatz zulässig sein, daß Nachteile durch die Verwendung roher Maste nicht nachgewiesen wurden.

Bezüglich der Einwirkung des Füllmaterials auf die Mastlöcher (Steinfüllung, Erdfüllung, Beton) waren die Volumenprozente folgende:

	Schäden			reines Holz
	R III	R II	R I	
Steinfüllung	27	20	15	38
Erdfüllung	38	9	15	38
Beton	40	10	10	40

Auch wenn die Zahlen nicht viel voneinander abweichen, leuchtet ein, daß sich die Maste länger erhalten, falls das Loch mit Stein gefüllt bzw. die Erde vom Mast ferngehalten wird.

Die Versuche umfaßten alle Holzarten Schwedens, die für Maste verwendet worden sind. Die Vergleichsziffern für rohe, unbehandelte Maste in Mastlöchern mit Steinfüllung sind folgende:

Material	Volumenprozent-Schaden			reines Holz
	R III	R II	R I	
Kiefer, roh	3	21	28	48
Kiefer, trocken	27	20	15	38
Fichte, roh	11 (5)	19 (13)	11 (11)	59 (91)
Lärche, trocken	27	8	17	48
Eiche, trocken	12	4	8	76

Die Ziffern für Fichte beziehen sich auf 4 Maste, wovon der eine ganz verdorben war. Falls nur die 3 Stück mitgezählt werden, ergaben sich die eingeklammerten Werte. Wenn der fragliche Mast vernachlässigt wird, kann man sagen, daß rohe Kiefer und rohe Fichte unter sich gleichwertig sind. Dasselbe gilt für trockene Kiefer und trockene Lärche. Dagegen ist Eiche der Kiefer gegenüber entschieden überlegen. Rohe Eiche und rohe Lärche waren in den Versuchsreihen nicht enthalten. Die Reihenfolge des Materials bleibt somit Eiche, Lärche und Kiefer. Weil die beiden ersteren verhältnismäßig sparsam vorkommen, wird die Kiefer nach wie vor das überwiegende Mastmaterial in Schweden sein. Auch Fichte läßt sich verwenden, obwohl dieses Material nicht dieselbe Zuverlässigkeit gegenüber Fäulnis bietet. Abgesehen von den Eigenschaften des Rohstoffes ist die Beständigkeit von der Qualität, namentlich beim unbehandelten Stoff, wichtig.

Versuche mit Anbrennen der Maste und danach Bespritzen oder Streichen mit Kreosotöl haben ebenfalls gute Ergebnisse gebracht. Weil das Verfahren einfach und billig ist, wird dasselbe empfohlen.

Von anderen Methoden, die in der Praxis einen gewissen Eingang gefunden haben, ergaben die Versuche folgendes:

Digitized by Google

a) Tränkung mit Petroleum . . . . . R III = 5 %
b) Brennen in der Erdübergangschicht . R III = 18 %
c) Radiale Löcher in der Erdübergangsschicht, mit trockenem Kupfervitriol gefüllt . . . . . R III = 20 %
d) Ein Zentrumloch in der Erdschicht, mit Kreosotöl gefüllt . . . . . R III = 22 %
e) Betonguß rings um den Erdübergang R III = 40 %

Verfahren mit besonderen Giftbandagen am Mastfuß nebst Blechhauben zur Vermeidung einer Entwässerung durch Regen wurden auch geprüft, sowie Anbringung von Zementkragen mit Aussparungen zur Anbringung fester Salze in unmittelbarer Nähe des Holzes. Bei letzterem hat Kochsalz gute Werte gegeben, wenn schon die Methode verhältnismäßig kostspielig ist. Über die Beständigkeit des Mastenteiles über Erde dürfte in Anbetracht der verhältnismäßig kurzen Versuchszeit von 8 Jahren ein Urteil noch nicht möglich sein, weil spätere Untersuchungen vielleicht die jetzigen Werte umstoßen werden. (Electricitetens Rat. Användning Bd. 4, H. 5, S. 91.)

Hldn.

Apparate.

Spannungsregler mit Argonröhre. — Zur Regelung der Erregung eines 5 kVA-Drehstromgenerators benutzten Dodge und Willis einen Thyratron-Vollweggleichrichter, dessen Ergiebigkeit durch die Entladungen einer Argonröhre gesteuert wurde. Abb. 2 läßt die Wirkungsweise der Anordnung genauer erkennen. Die Wechselspannung zwischen Anode und Kathode des als Thyratron *A* bezeichneten Quecksilberdampf-Gleichrichters mit Gittersteuerung sei dabei phasengleich mit der Spannung an der Argonröhre *D* angenommen. Die Gleichrichtung durch die Thyratronröhre erfolgt nur bei positiver Anode derselben und wenn deren Gitterspannung über einem bestimmten negativen Wert liegt, also z. B. in der ersten positiven, schraffierten Halbwelle (Abb. 3). Während der folgenden negativen Halbwelle wird der Kondensator *C* nach Überschreiten der kritischen Spannung der Röhre *D* geladen. In dem ersten Teil der nächsten positiven Halbwelle tritt Stromleitung solange nicht durch die Thyratronröhre ein, als deren Gitterspannung negativ ist. Im Scheitel dieser Halbwelle wird die Argonröhre durchbrochen und damit die Gitterspannung des Thyratrons umgekehrt, so daß wieder ein gleichgerichteter Strom über die Anode desselben fließt, dessen Mittelwert so nur über die Hälfte der positiven Halbwelle zu erstrecken ist. Wird an die Argonröhre eine gegen die am Gleichrichter angelegte, nacheilende Spannung angelegt, so kann der mittlere gleichgerichtete Strom auf weniger als 50 % seines Höchstwertes herabgedrückt werden, weil dann die Umkehr der Gitterspannung erst nach dem Scheitel der Spannungskurve erfolgt.

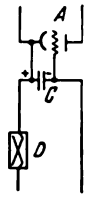


Abb. 2. Grundsätzliches Schaltbild des Spannungsreglers.

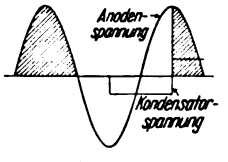
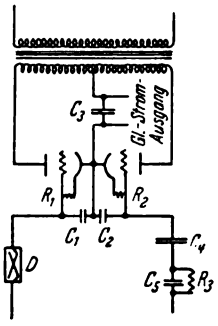


Abb. 3. Wirkungsweise des Spannungsreglers.

Eine Anordnung der vorbeschriebenen Art ermöglicht eine stufenweise Regelung der Erregung in der Art, wie diese auch durch das Öffnen und Schließen der Kontakte eines Vibrationsreglers erfolgt. Eine stetige Reglung ist zu erreichen, indem der Kondensator *C* durch einen Widerstand von solcher Größe überbrückt wird, daß die Zeitkonstante der aus Widerstand *R* und Kapazität *C* gebildeten Verbindung ungefähr gleich der Dauer einer Spannungshalbwelle ist. Die Gitterspannung des Thyratrons wird dann während der über den Widerstand fließenden Entladung des Kondensators auf einen negativen Wert gesenkt, bei dem die Gleichrichtung eben einsetzt. Die Zeit zu dieser Verringerung der Gitterspannung hängt außerdem von der Anfangsladung des Gitterkondensators *C* ab und wird durch den Überschuß der Spannung an der Argonröhre über deren kritischen Wert bestimmt. Abb. 4 stellt die Schaltung eines durch eine Argonröhre gesteuerten Vollweg-Gleichrichters dar. Der Kondensator C_4 war nötig, um die Entladungen der Argonröhre bei der gleichen kritischen Scheitelspannung von etwa 350 V in der positiven wie negativen Halbwelle herbeizuführen. Schwankungen der geregelten Generatorspannung infolge der Feldträgheit der Erreger- und Wechselstrommaschine konnten durch Einfügen eines Kondensators C_5 mit Widerstand R_3 im Nebenschluß aufgehoben werden, wobei die Zeitkonstante C_5R_3 dieser Anordnung ungefähr gleich der Zeitkonstante L/R des trägsten Feldstromkreises gewählt wurde. (H. W. Dodge u. C. H. Willis, Electr. Engng. Bd. 51, S. 112.)

O. N.



$C_1 = 0{,}5\ \mu F$
$C_2 = 0{,}5\ \mu F$
$C_3 = 20\ \mu F$
$C_4 = 5\ \mu F$
$C_5 = 1\ \mu F$
$R_1 = 10\,000\ \Omega$
$R_2 = 10\,000\ \Omega$
$R_3 = 100\,000\ \Omega$

Abb. 4. Vollweg-Gleichrichter mit einer Argonröhre und zwei Thyratronröhren.

Beleuchtung.

Großflächenleuchte für Straßenbeleuchtung. — Eine von der Rechlaternen G. m. b. H., Köln, geschaffene Großflächenleuchte („Pilzleuchte") ist für die Beleuchtung von Plätzen und Verkehrsknotenpunkten bestimmt. Die Leuchte, deren Form und Tageswirkung aus Abb. 5 hervorgehen, wird in 3 Größen (Durchmesser bis zu 1700 mm) geliefert für Lichtpunkthöhen von 3 ··· 12 m. Die Blendungsfreiheit entspricht den heute zu stellenden Anforderungen; einmal ist die Leuchte durch ihre Anbringungshöhe der Blickrichtung des Kraftfahrers entzogen und weiter sind die unter dem Reflektor angeordneten Glühlampen zur Vermeidung seitlicher Blendung durch opalisierte Gläser, in Form eines großen Ringes, abgeschirmt. Die Glühlampen sind in Gruppen schaltbar, so daß eine der jeweiligen Verkehrstärke angepaßte Beleuchtung möglich ist. Die mit der neuen Leuchte bisher ausgerüsteten Plätze zeichnen sich besonders durch ihre ruhige Wirkung aus im Gegensatz zur Beleuchtung durch mehrere kleinere Armaturen. *fi*

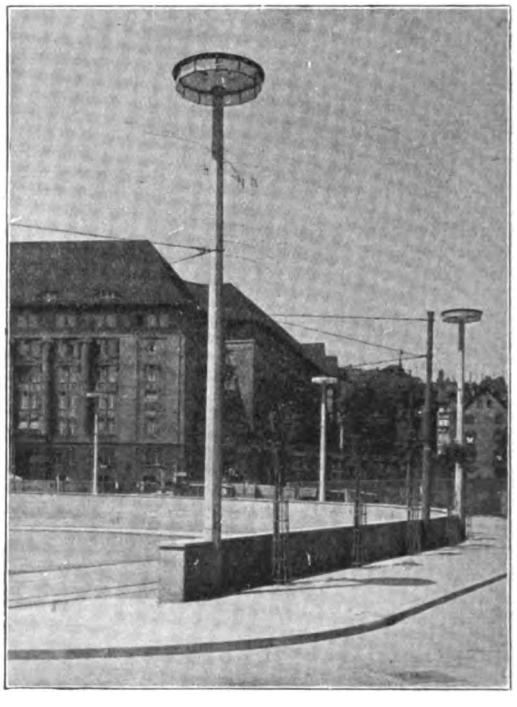


Abb. 5. Großflächenleuchte.

Digitized by Google

Bergbau und Hütte.

Ein Induktionsofen mit ferromagnetischer Muffel und Temperaturselbstregelung. — Der von R. Perrin und V. Sorrel gebaute elektrische Ofen ist ein Ofen mit durch Induktion erwärmter Muffel, der in bezug auf seine Leistungsfähigkeit und seinen Wirkungsgrad Öfen ähnlicher Bauart überlegen sein soll. Er besteht in der Hauptsache aus einem hohlen Kern aus einem ferromagnetischen Stoff, der eine Muffel bildet und von Wechselstrom durchflossen wird. Der Kern ist weiter von einem geschlossenen Mantel umgeben, der bei den Verwendungstemperaturen nicht magnetisch ist. Der durch den ferromagnetischen Körper fließende Strom ruft im Mantel seinerseits Ströme hervor, die nach dem Joule-Effekt im Mantel Wärme entwickeln. Diese Wärme hat weiterhin eine Erwärmung der magnetischen Muffel zur Folge. Zu dieser Wärme kommen noch die im Kern durch die Foucault-Ströme entwickelten Kalorien hinzu. Da die Muffel wärmeisoliert angeordnet ist, erhöht sich die Temperatur schnell bis zum Curie-Punkt. Als Werkstoff für die Muffel wurde Ferrokobalt mit 30 % Kobalt gewählt, deren innerer Durchmesser 150 mm, deren Wandstärke 12 mm und deren Höhe 350 mm beträgt. Diese Muffel ist von einem Nickelmantel von 3 mm Stärke umgeben. Die Gleichgewichtstemperatur in der Muffel beträgt rd. 960 ° C. Da die Temperatur des Verschwindens des starken Magnetismus bei rd. 350 ° C liegt, so kann man annehmen, daß im Bereich zwischen 350 ° und 960 ° C der Nickelmantel leitend und nicht magnetisch ist. Die Induktionsspule besteht aus 4 Lagen eines Kupferbandes von 10 mm Breite und 3 mm Dicke. Der Raum zwischen der Wicklung und dem Nickelmantel ist mit einem geeigneten Isolierstoff ausgefüllt. Der magnetische Strom wird außen durch Kerne aus Eisenblechen geschlossen. Die genannten Werkstoffe wurden gewählt, weil sie eine Selbstregelung der Temperatur gestatten, indem nach Erreichen des Curie-Punktes die Induktion plötzlich abnimmt und infolgedessen auch die im Mantel und in der Muffel entwickelten Wärmemengen.

Bei den folgenden Untersuchungsergebnissen veränderte man die Stromstärke von 40 bis 120 A; unterhalb 40 A sind die Wärmemengen ungenügend, um in der Muffel die Temperatur des Curie-Punktes zu erreichen, und oberhalb 120 A findet keine Selbstregelung der Temperatur mehr statt:

Stärke des Induktionsstromes A	Gleichgewichtstemperatur der Muffel ° C	Zeit zum Erreichen der Gleichgewichtstemperatur min	cos φ des Ofens vor	cos φ des Ofens bei der Gleichgewichtstemperatur
40	946	250	0,76	0,64
50	955	90	0,73	0,44
80	960	55	0,72	0,34
100	965	30	0,70	0,30
120	972	25	0,68	0,28

Diese Werte besagen, daß die Gleichgewichtstemperatur sich nur wenig mit der Stromstärke ändert. Wenn man im Muffelinnern eine gleichbleibende Temperatur mit einer Genauigkeit haben will, die derjenigen der besten Temperaturregler überlegen ist, so genügt es, wenn die Stärke des Induktionsstromes annähernd konstant aufrechterhalten wird. Hervorzuheben ist noch das schnelle Erreichen der hohen Temperaturen und die Gleichmäßigkeit der Temperatur im ganzen Muffelinnern.

Die Möglichkeit der Erzeugung von Sonderstählen der verschiedensten Zusammensetzung gestattet mithin den Bau von Öfen, die bei jeder gewünschten Temperatur zwischen 15 ° und 1100 ° C die Temperatur von selbst einstellen; man braucht dabei nur die Zusammensetzung der Muffel bzw. den Kobaltgehalt entsprechend zu bemessen. Für Temperaturen unterhalb 400 ° C ist ein Nickelmantel nicht erforderlich, vielmehr kann dieser durch einen Mantel aus einem leitenden, nicht magnetischen Körper bestehen, wie z. B. aus austenitischem Stahl. (L'Usine Bd. 40 [1931], S. 29.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Gesetz Rumäniens für störungsfreien Rundfunkempfang. — Wir brachten über den Entwurf eines Gesetzes über die Sicherstellung eines störungsfreien Rundfunkempfangs für Rumänien bereits in 1932, S. 488, eine kurze Mitteilung. Inzwischen wurde das Gesetz im Oktober 1932 verkündet. Sein Inhalt ist kurz folgender:

Art. 1 handelt von dem Recht des Besitzers einer Empfangsanlage, in deren Gebrauch durch andere Anlagen nicht gestört zu werden.

Art. 2 legt elektrischen Betrieben und Anlagen die Verpflichtung auf, Störungen des Rundfunks durch geeignete Einrichtungen zu verhindern.

Art. 3 handelt von dem Recht der Rundfunkteilnehmer, deren Empfang gestört wird, gerichtlich die Einstellung der Störungen zu verlangen und den Störer auf Schadensersatz zu verklagen.

Art. 4 behandelt die Bestrafung von Zuwiderhandlungen gegen das Gesetz.

Art. 5 kündigt Durchführungsverordnungen zum Gesetz an. *Ths.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Mailänder Nordbahn. — Die Gegend zwischen Mailand und den oberitalienischen Seen wird vom Schienennetz der Ferrovie Nord—Milano, welches eine Ausdehnung von 270 km hat, durchzogen (Abb. 6).

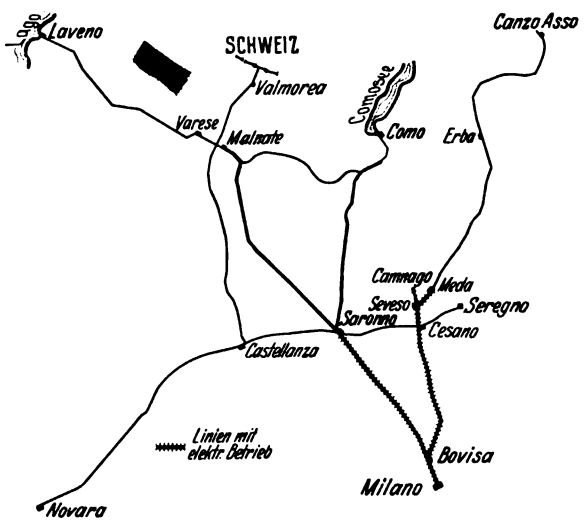
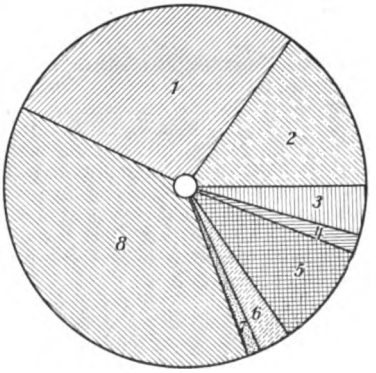


Abb. 6. Linienführung der italienischen Nordbahn.

Die Bahn hat zum Teil Vorortcharakter. Zur Hebung der Wirtschaftlichkeit und Zugfolge wurde 1929 mit der Elektrisierung der Strecken Mailand—Saronno und Mailand—Meda begonnen. Als Fahrstrom dient Gleichstrom von 3000 V, der im Umformerwerk Novate-Milanese in drei Quecksilber-Gleichrichtern von je 2000 kW (B.B.C.) erzeugt wird. Es werden Züge mit Triebwagen und Lokomotiven gefahren. Messungen zeigten, daß jedes Anfahren dem Energiebedarf einer Fahrstrecke von 1 km entspricht.



		%
1	Bahnstrom	27,9
2	Personalkosten	14,88
3	Unterhaltung der Leitungen	4,62
4	Unterhaltung der Unterstationen	1,51
5	Unterhaltung des Wagenparkes	9,39
6	Unterhaltung der Lokomotiven	2,7
7	Schmiermaterial	0,8
8	Tilgungs- und Erneuerungsquote für die ortsfesten Anlagen	38,25

Abb. 7. Aufteilung der Betriebskosten für den Fahrtkilometer.

Gegenüber dem Dampfbetrieb ergaben sich folgende Ersparnisse im Jahre 1930 auf den Fahrkilometer berechnet:

Maschinenpersonal	45,5 %
Energieverbrauch	19,6 „
Unkosten der Lokomotivschuppen	58,3 „
Schmiermaterial und Lokomotivbeleuchtung	56,9 „
Unterhaltung des Maschinenparks	87,0 „

Die Aufteilung der Kosten für den Fahrkilometer zeigt Abb. 7. (Riv. Tecn. delle Ferrovie Italiane Bd. 15, S. 73.) *Rtz.*

Digitized by Google

Durch Batterie gespeiste Schienenbremsen für Straßenbahnen. — Treten bei der Bergfahrt Motorschäden auf, so ist der Kurzschluß oft so heftig, daß der Streckenautomat ausgelöst wird. Die Fahrleitung ist daher eine unzuverlässige Stromquelle für die Schienenbremse. Bei der Züricher Straßenbahn stehen seit 1928 vier Triebwagen im Dienst, die eine Batterie zur Betätigung der Vielfachsteuerung besitzen. Bei ihnen erwies sich die von der Fahrleitungspannung völlig unabhängige Speisung der Schienenbremsen als so vorteilhaft, daß nun sämtliche Triebwagen eine Batterie zu diesem Zwecke erhalten. Die Batterie besteht aus 48 Ni-Cd-Zellen von 45 Ah. Sie ist durch einen Widerstand von 200 Ω ständig mit der Fahrleitungspannung verbunden und bleibt so dauernd ohne weitere Überwachungseinrichtungen in geeignetem Ladezustand. Ihre Lebensdauer ist sehr groß und die Wartung besteht nur darin, daß monatlich einmal Wasser nachgefüllt sowie etwa alle zwei Jahre der Elektrolyt erneuert wird. (Bächtiger, Verkehrstechn. Bd. 49, S. 426.) *Tf.*

Verschiedenes.

Grüne Woche Berlin 1933. — Mit Rücksicht auf die im Mai d. J. in Berlin stattfindende Wanderausstellung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft wurde vom 28. I. bis 5. II. nur eine „Grüne Sport- und Tierzucht-Woche" veranstaltet, auf der zum ersten Male Aquarien und Terrarien in neuzeitlicher Anordnung vom Verband deutscher Vereine für Aquarien- und Terrarienkunde gezeigt wurden. Belüftung, Filterung, Heizung, Beleuchtung wird mit Hilfe der Elektrizität gelöst. Eine Sonderindustrie wie u. a. Kindel & Stössel, Richard Stöpel, Berthold Pennigke, sämtlich in Berlin, ist hier entstanden. Belüftung und Filterung erfolgen mit Durchlüftungsanlagen, zu denen für 20 ··· 100 Ausströmer elektromotorisch angetriebene einfachwirkende Luftpumpen mit Aufnehmer, für geringere Zahl die Saja-Aquarium-Durchlüftungspumpe, für 3 ··· 4 Ausströmer der neue Magnetdurchlüfter „Madur" verwendet werden. Der Aquarienheizer „Eres" für Gleich- und Wechselstrom wird in das Becken eingehängt oder ist als Bodenheizung konstruiert. Die Temperatur ist umschaltbar. Ein Temperaturregler, bestehend aus einem Starkstromrelais und Kontaktthermometer, hält verlustbringende Temperaturschwankungen fern. Für Terrarien kommen Spezialheizkabel System Pennigke in Frage. Die Beleuchtung erfolgt durch eingehängte Glühlampen oder Röhrenleuchten, bei denen die Abblendung verschieden gelöst ist. Für besondere Anforderungen sind Tropensonnen mit hochglanzpoliertem Reflektor im Gebrauch. *Pge.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

„Im Haus der Gegenwart". — Die große Essener Ausstellung im Frühjahr 1933. Der hauswirtschaftlichen Ausstellung „Im Haus der Gegenwart", die vom Stadtverband für Frauenbestrebungen und der Gemeinnützigen Ausstellungsgesellschaft Essen vom 13. V. bis 5. VI. d. J. in sämtlichen Essener Ausstellungshallen veranstaltet wird, findet in allen Bevölkerungskreisen deswegen schon jetzt allergrößte Beachtung, weil sie die Grundlage der Existenz jedes einzelnen, seine Häuslichkeit betrifft. Daß im Rahmen dieser Ausstellung die Elektrizität einen hervorragenden Platz einnehmen und allen Neuerungen auf diesem Gebiet ganz besonderes Interesse entgegengebracht wird, bedarf keiner Erläuterung. Geschickte Propaganda auf der Ausstellung „Im Haus der Gegenwart" hat bedeutende Erfolgsaussichten. Nähere Auskünfte erteilt die Ausstellungsleitung, Essen, Norbertstr. 2. —

Aktive Exportförderung durch deutsche Auskunftsstellen auf ausländischen Messen. — Das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt (Dauma) als gemeinsame Zentralstelle der Spitzenverbände der deutschen Wirtschaft für die Bearbeitung von Ausstellungs- und Messe-Angelegenheiten wird in diesem Jahre, zunächst auf der Kgl. Niederländischen Frühjahrsmesse in Utrecht vom 14. bis 23. III. und auf der Internationalen Mustermesse Mailand vom 12. bis 27. IV. Daumadienststellen, d. h. Beratungs- und Auskunftsdienststellen des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes zur Beantwortung von Fragen ausländischer Interessenten nach deutschen Erzeugnissen errichten. Deutschen Firmen, sowohl denen, die auf den betreffenden Messen ausstellen, wie denen, die nicht ausstellen, wird Gelegenheit gegeben, durch Auslage von Prospekten und Katalogen und durch Einordnung dieser Unterlagen in das Material der Daumadienststellen mit ausländischen Interessenten Verbindungen anzuknüpfen.

Die in den letzten Jahren sowohl auf der Weltausstellung Barcelona wie auf der Mailänder und Utrechter Messe bei der Durchführung von Auskunftstellen gemachten Erfahrungen lassen einen Ausbau dieser Form der Exportförderung dringend wünschenswert erscheinen, zumal andere, selbst kleine Industrieländer fast auf allen nennenswerten internationalen Messen Informationsbüros errichten, denen gleichzeitig die Vertretung der Wirtschaft des betreffenden Landes und die Pflege der Handelsbeziehungen mit dem Land, in dem die Messe stattfindet, obliegt. Nähere Einzelheiten erfahren interessierte Firmen von der Geschäftstelle des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes, Berlin W 35, Königin-Augusta-Straße 28. —

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die Erzeugung war im Oktober 1932 um 117 Mill kWh (11 %) größer als im September, aber um 49,6 Mill kWh (4 %) geringer als im Parallelmonat des Vorjahres. Arbeitstäglich betrugen diese Unterschiede + 4,499 (11 %) und — 0,148 Mill kWh. Der Anschlußwert der von 103 Werken versorgten gewerblichen Abnehmer hat sich im September nicht geändert, den des gleichen Monats von 1931 jedoch um 0,122 Mill kW (fast 3 %) übertroffen. Verbraucht wurden von diesen Konsumenten 3,4 Mill kWh mehr als im Vormonat, d. s. arbeitstäglich + 0,705 Mill kWh, und 45,5 bzw. 1,750 Mill kWh (10 %) weniger als im September 1931. In den ersten drei Vierteljahren haben die genannten Gewerbe 3,5 Mrd kWh abgenommen (4,1 i. V.). — Auch der November 1932 hat eine Steigerung in der Erzeugung der statistisch erfaßten 122 Elektrizitätswerke gebracht, u. zw. gegen den Vormonat um 41 Mill kWh (3 %) und gegenüber dem November 1931 um 30,6 Mill kWh (2,5 %). Arbeitstäglich ergibt sich beim ersten Vergleich eine Erhöhung um 3,467 Mill kWh (7,6 %), beim zweiten aber noch eine Abnahme um 0,773 Mill kWh (1,5 %). Insgesamt sind nach Angabe des Statistischen Reichsamts von den genannten Werken während der Monate Januar/November 11,7 Mrd kWh produziert worden, d. s. 10 % weniger als in der gleichen Zeit des Vorjahres (13,0 Mrd kWh). Der Anschlußwert der von 103 Werken belieferten gewerblichen Abnehmer war im Oktober um 2000 kW größer als im September und übertraf den Wert des Parallelmonats von 1931 um 0,116 Mill kW (2,5 %). Ihr Verbrauch hat, verglichen mit dem Vormonat, um 11,7 Mill kWh und arbeitstäglich um 0,447 Mill kWh (jeweils 3 %) zugenommen, den Konsum des Oktober 1931 jedoch bei einem Minus von 32,2 Mill kWh (7 %) bzw. 0,601 Mill kWh (3,6 %) nicht erreicht. Im Durchschnitt des 1. Halbjahres 1932 betrug der Minderverbrauch je 1 kW Anschlußwert gegenüber dem Vorjahr etwa 18 %.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer							
			insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	15,0	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0	4,8	4,6	381,4	444,4	15,9	18,5	3,3	4,0
VI.	26	26	954,7	1095,6	36,7	42,1	4,8	4,6	387,8	463,3	14,9	17,8	3,1	3,8
VII.	26	27	962,9	1146,3	37,0	42,5	4,8	4,6	385,2	475,7	14,8	17,6	3,1	3,8
VIII.	27	26	1057,2	1115,6	39,2	42,9	4,8	4,6	402,7	455,4	14,9	17,5	3,1	3,8
IX.	26	26	1070,0	1147,9	41,2	44,1	4,8	4,6	406,1	451,6	15,6	17,4	3,3	3,7
X.	26	27	1187,0	1236,6	45,6	45,8	4,8	4,7	417,8	450,0	16,1	16,7	3,4	3,6
XI.	25	24	1228,0	1197,4	49,1	49,9	.	4,7	.	433,7	.	18,1	.	3,9

fm.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 112; 1933, S. 69

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zum Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen am Dienstag, dem 21. März 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Th. Doerfler über das Thema: „Warum Maschennetze?“

Inhaltsangabe:

Gegenüberstellung der Betriebsbedingungen von aufgetrennten, halbvermaschten und vollvermaschten Niederspannungsnetzen unter Berücksichtigung der bei den einzelnen Netzbetriebsarten zu verwendenden Schutzeinrichtungen, ferner mit den Vorteilen des reinen Maschennetzes.

2. Aussprache.

Zutritt und Garderobe frei.

Zahlreiches Erscheinen der jüngeren Fachgenossen erwünscht.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte.

XII. Widerstandswerkstoffe für Anlasser und Regler.

§ 59.

Für Anlasser und Regler kommen gemäß Normblatt DIN VDE 6460 die in Tafel IV aufgeführten Widerstandswerkstoffe in Frage, wobei die genormten Drahtdurchmesser (DIN VDE 6461) verwendet werden sollen.

Die besonders für höhere Stromstärken geeigneten Gußwiderstände sind nicht genormt, aber zulässig.

Bekanntmachungen.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte.

Entsprechend dem Grundsatz, reine Normen nicht in VDE-Bestimmungen aufzunehmen, sondern sie vielmehr in besonderen Normblättern unterzubringen, wurde der Inhalt der §§ 59 und 60 der R.E.A./1928 als Normblatt DIN VDE 6460 herausgegeben; hierdurch ist nachstehende Änderung der R.E.A. erforderlich geworden, die gelegentlich der nächsten Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt werden soll.

Allenfallsige Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. April 1933 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

Der Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren gibt den nachstehenden Entwurf zu

„Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R.E.T.K./1935“

bekannt, der hinsichtlich der Schutztransformatoren eine Neubearbeitung der z. Z. noch gültigen „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929“, hinsichtlich der Klingeltransformatoren eine Neubearbeitung der seit 1. Januar 1921 gültigen „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)“ darstellt und im übrigen die für eine Reihe von Kleinleistungs- und Kleinspannungstransformatoren gemeinsamen Bestimmungen einheitlich zusammenfaßt.

Um dem mit den Verhandlungen des Ausschusses weniger vertrauten Leser einen Überblick über die Gedankengänge und die bei der Abfassung der Arbeit leitend gewesenen Gesichtspunkte zu geben, zugleich auch manche Einwendungen vorweg zu entkräften und zu neuen Vorschlägen anzuregen, werden gleichzeitig mit dem Entwurf auch kurze Erklärungen[1] veröffentlicht.

Änderungswünsche, Anregungen und Einsprüche sind in dreifacher Ausfertigung bis zum 15. April 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

[1] Die Erklärungen erscheinen in Heft 12.

Tafel IV. Verwendbarkeit.

Gruppe	spezifischer Widerstand in Ωmm²/m bei 20°			Erläuterung zur Gruppenbezeichnung	Verwendbarkeit
	Rechnungswert für DIN VDE 6461	Grenzwerte der Gruppe Mindestwert	Höchstwert		
WM 13	0,13	0,12	0,14	Eisen, verzinnt oder verzinkt, als Rostschutz	Nur für Anlasser, dagegennicht für den Regelbereich der Regelanlasser und Feldregler. Drahtstärken 0,5 ··· 4 mm
WM 30	0,30	0,28	0,32	Hauptsächlich Kupfer-Nickellegierungen, die auch Zink enthalten dürfen	Für größere Stromstärken (Feldregler, Hauptstrom-Regelanlasser usw.). Drahtstärken 1,6 ··· 4 mm
WM 50	0,50	0,47	0,51	Hauptsächlich Legierungen aus Kupfer mit Nickel oder Mangan, die Zink und Eisen nicht enthalten dürfen	Für alle Zwecke, z. B. für Anlasser und besonders für Regler aller Art. Drahtstärken 0,1 ··· 10 mm
WM 100	1,0	0,85	1,04	Hauptsächlich Legierungen aus Eisen und Nickel; Chrom und Nickel; Chrom, Nickel u. Eisen	Für hochohmige Widerstände (z. B. Vorschalt- und Parallelwiderstände von Magnetwicklungen usw.) sowie für höhere Temperaturbeanspruchung. Drahtstärken 0,1 ··· 10 mm.

Digitized by Google

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

Entwurf 1.

Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R. E. T. K./1935.

Diese Regeln sind in Anlehnung an die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T." aufgestellt und enthalten

a) in einem allgemeinen Teil die für sämtliche von ihnen umfaßten Transformatoren gültigen Anforderungen allgemeiner Art;

b) in einem besonderen Teil die für Schutztransformatoren einschließlich Spielzeugtransformatoren sowie für Klingeltransformatoren in Frage kommenden Sonderbestimmungen, mit deren Inkrafttreten die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen" sowie die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)" ungültig geworden sind.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3. Wicklungen und elektrische Begriffe.
§ 4. Kriechstrecken und Schlagweiten.
§ 5. Schutzarten.
§ 6. Kurzschlußsicherheit.

III. Allgemeine Bestimmungen für sämtliche Transformatoren.

§ 7. Schutz gegen zufällige Berührung und zu hohe Berührungsspannung.
§ 8. Bauteile und bauliche Maßnahmen.
§ 9. Wärmesicherheit.
§ 10. Kurzschlußsicherheit.
§ 11. Aufschriften.

IV. Schutztransformatoren.

A. Genormte Werte.

§ 12. Spannungen.
§ 13. Leistungen.

B. Baubestimmungen.

§ 14. Netzanschluß.
§ 15. Verbrauchsanschluß.
§ 16. Anzapfungen und Umschaltungen.
§ 17. Wicklungen.
§ 18. Ortsveränderliche Schutztransformatoren.
§ 19. Kurzschlußsicherheit.
§ 20. Leerlaufspannung.

C. Prüfbestimmungen.

§ 21. Erwärmung.
§ 22. Kurzschlußsicherheit.
§ 23. Spannungsänderung.
§ 24. Isolierfestigkeit.
§ 25. Leistungsschild.

V. Klingeltransformatoren.

A. Genormte Werte.

§ 26. Spannungen.
§ 27. Leistungen.

B. Baubestimmungen.

§ 28. Anschlüsse.
§ 29. Wicklungen.
§ 30. Kurzschlußsicherheit.
§ 31. Höchste Leerlaufspannung.

C. Prüfbestimmungen.

§ 32. Leistungsprüfung.
§ 33. Kurzschlußprüfung.
§ 34. Isolierfestigkeit.
§ 35. Leistungsschild.

I. Gültigkeit.

§ 1.
Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Januar 1935 in Kraft.

§ 2.
Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für die nachstehenden Transformatoren unter 3 kVA mit Nenn-Primärspannungen bis zu 500 V, deren Herstellung nach dem 1. Januar 1934 begonnen wird.

A. Schutztransformatoren.

1. Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis zu 42 V zum Schutz gegen Berührungsspannung durch Herabsetzung der Betriebsspannung auf Kleinspannung, genannt Kleinspannungs-Transformatoren.
2. Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis 24 V zum Betrieb von Spielzeugen, genannt Spielzeug-Transformatoren.

B. Netzfernmeldetransformatoren.

Transformatoren mit Nenn-Sekundärspannungen bis zu 20 V zum Betrieb von Fernmeldeanlagen einfacher Art, genannt Klingeltransformatoren.

C. Sonstige Transformatoren.

1. Transformatoren zum Einbau in Kleingleichrichter (Röhren-, Trockengleichrichter), genannt Kleingleichrichter-Transformatoren.
2. Transformatoren zum Einbau für den Netzteil von Netzanschlußgeräten, -empfängern und -verstärkern, genannt Netzanschlußgeräte-Transformatoren.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.
Wicklungen und elektrische Begriffe.

Maßgebend sind die Begriffserklärungen der R. E. T., soweit nicht im folgenden Abweichungen besonders angegeben sind, wie z. B. hinsichtlich der Nenn-Sekundärspannung, die auf induktionsfreie Belastung mit der Nennleistung bezogen wird.

§ 4.
Kriechstrecken und Schlagweiten.

Kriechstrecke ist der kürzeste Weg zwischen leitenden Stellen, auf dem längs der Oberfläche eines Isolierkörpers ein Stromübergang eintreten kann.

Schlagweite (Luftstrecke, Ölstrecke) ist der kürzeste Weg zwischen leitenden Stellen, auf dem durch das gasförmige oder flüssige Isoliermaterial (Luft, Öl) ein Stromübergang eintreten kann.

§ 5.
Schutzarten.

(Da die zur Zeit geführten Verhandlungen zur Schaffung einer möglichst für sämtliche elektrischen Geräte einheitlichen Klassifikation der Schutzarten sowie einer diesbezüglichen Bezeichnung noch nicht völlig abgeschlossen sind, wird der Wortlaut dieses Paragraphen erst zu späterer Zeit veröffentlicht werden; bis auf weiteres gilt daher noch die Einteilung des § 4 der R.E.T.K./1929.)

§ 6.
Kurzschlußsicherheit.

Als kurzschlußsicher gilt ein Transformator, der bei dauernd kurzgeschlossenen Sekundär-Anschlüssen keine über die zulässigen Grenzwerte ansteigende Erwärmung erfährt.

Zu unterscheiden ist:

1. Bedingte Kurzschlußsicherheit mittels primär- oder sekundärseitiger Sicherungen oder Selbstschalter.
2. Unbedingte Kurzschlußsicherheit mittels inneren Spannungsabfalls.

III. Allgemeine Bestimmungen für sämtliche Transformatoren.

§ 7.
Schutz gegen zufällige Berührung und zu hohe Berührungsspannung.

a) Die nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen, sofern an ihnen eine höhere Spannung als 42 V auftreten kann, im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt und zu diesem Zwecke vorgesehene Abdeckungen zuverlässig befestigt sein.

Lackierung oder Emaillierung allein gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

b) Zum Zwecke einer gegebenenfalls notwendig werdenden Erdung, Nullung oder Schutzschaltung als Schutzmaßnahme gegen Isolationsfehler auf der Primärseite muß ein diesbezüglich gekennzeichneter Schutzleitungsanschluß vorgesehen sein (siehe Entwurf DIN VDE 6208).

Um eine Spannungsverschleppung in den Sekundärkreis für den Fall, daß das Gehäuse Spannung angenommen hat, zu verhindern, werden Vorkehrungen empfohlen, die auf der Sekundärseite eine leitende Verbindung von metallenen Leitungsumhüllungen mit dem Gehäuse unmöglich machen.

Digitized by Google

Der Schutz hat sich auf alle der Berührung zugänglichen Metallteile, die zwar betriebsmäßig nicht unter Spannung stehen, jedoch durch Schäden oder andere Unregelmäßigkeiten an der Primärseite eine Spannung gegen Erde annehmen können, zu erstrecken.

c) Wird zum Anschluß an das Netz eine Steckvorrichtung mit Schutzkontakt verwendet, so ist der Schutzkontakt stets über eine besondere in der Zuleitungsschnur mit den übrigen Leitungen gemeinsam verseilte Schutzleitung mit dem Schutzleitungsanschluß zu verbinden; außerdem muß der Schutzkontakt geschlossen sein, bevor sich die Polkontakte berühren.

§ 8.
Bauteile und bauliche Maßnahmen.

a) Transformatoren sowie allenfalls eingebaute Schalter, Sicherungen, Steckvorrichtungen u. dgl. einschließlich ihrer Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen den im Betrieb durch elektrische Feuererscheinungen, Wärme, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse auftretenden Beanspruchungen standhalten.

b) Die in Tafel I angegebenen Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden.

Tafel I

Kriechstrecken und Schlagweiten.

Nennspannung	bis 42 V	bis 220 (380) V	bis 500 (550) V
Kriechstrecke	3	3	5
Schlagweite zwischen Teilen verschiedener Polarität	3	3	3
Schlagweite zwischen Spannung führenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand	3	6	10

c) Die für die Einführung der Leitungen bestimmten Öffnungen müssen so ausgeführt sein, daß eine Verletzung der Isolierhülle dieser Leitungen bei ihrer Einführung ausgeschlossen ist.

Bei ortsveränderlichen Transformatoren müssen die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet sein und die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen gesichert werden können.

d) Festverbundene primärseitige Anschlußleitungen müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." entsprechen.

e) Festangebautes primärseitiges Installationsmaterial muß den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." entsprechen.

§ 9.
Wärmesicherheit.

Die Transformatoren müssen zur Erzielung einer angemessenen Wärmesicherheit so bemessen sein, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom eine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur nicht annehmen können.

Für die im ordnungsgemäßen Dauerbetrieb mit Nennleistung höchstzulässigen Grenzwerte der Erwärmung und Temperatur gelten die Werte der Tafel II.

Tafel II.

Grenzerwärmung und -temperatur im Nennbetrieb.

Transformatorenteil		Grenzerwärmung	Grenztemperatur
Wicklungen, isoliert mit Baumwolle, Seide, Papier und ähnlichen Faserstoffen	ungetränkt	50°	85°
	getränkt	60°	95°
Wicklungen, isoliert mit Lackdraht . .		60°	95°
Eisenkern		60°	95°
Alle anderen Teile		Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile	
Meßverfahren für Wicklungen: Berechnung aus Widerstandszunahme.			
Meßverfahren für Eisenkern und alle anderen Teile: Thermometermessung.			

§ 10.
Kurzschlußsicherheit.

Soweit im folgenden für bestimmte Transformatorenarten Kurzschlußsicherheit vorgeschrieben ist, gilt folgendes:

1. Wird die Kurzschlußsicherheit durch inneren Spannungsabfall erreicht, so muß der Transformator derart gebaut sein, daß bei Dauerbetrieb und kurzgeschlossenen Sekundär-Anschlüssen und bei Nenn-Primärspannung die Erwärmung der Wicklungen die Werte der Tafel III nicht übersteigt.

Tafel III.

Grenzerwärmung und -temperatur im Kurzschluß.

Wicklungsisolation		Grenzerwärmung	Grenztemperatur
Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche Faserstoffe	ungetränkt	90°	125°
	getränkt	100°	135°
Lackdraht		120°	155°
Meßverfahren: Berechnung aus Widerstandszunahme.			

2. Bei Transformatoren, die nicht unbedingt kurzschlußsicher ausgeführt werden können, und bei denen ein entsprechender Schutz nur durch Sicherungen oder Selbstschalter möglich ist, müssen, sofern sie ortsveränderlich sind, diese Schutzeinrichtungen mit den Transformatoren zusammengebaut sein, sofern sie für ortsfesten Einbau bestimmt sind, ist dieses nicht erforderlich.

In beiden Fällen ist eine nähere Angabe über die Kurzschlußsicherheit auf dem Leistungsschild des Transformators erforderlich (siehe § 25).

Bei primärseitiger Absicherung soll jeder Leiter gesichert werden. Sekundärseitig vorgesehener Schutz muß für alle zur betriebsmäßigen Stromentnahme bestimmten Anschlüsse wirksam sein.

§ 11.
Aufschriften.

Alle Transformatoren müssen ein Ursprungszeichen und mit Ausnahme der lediglich für Einbauzwecke bestimmten Kleingleichrichter- und Netzanschlußgeräte-Transformatoren ein Leistungsschild tragen, auf dem dauerhaft und gut leserlich noch die in §§ 25 und 35 aufgeführten Angaben enthalten sein müssen.

IV. Schutztransformatoren.
A. Genormte Werte.

§ 12.
Spannungen.

Tafel IV.

Genormte Nennspannungen in Volt bei 50 Per/s für Kleinspannungs- und Spielzeugtransformatoren.

Betriebsspannung	Nenn-Primärspannung	Nenn-Sekundärspannung
24		**24**
42		**42**
125	125	
220	**220**	gemessen bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung
380	**380**	
500	500	

Die fettgedruckten Spannungen bedeuten Vorzugsspannungen, die in erster Linie empfohlen werden sowohl für Neuanlagen als auch für umfangreiche Erweiterungen.

§ 13.
Leistungen.

Tafel V.

Genormte Leistungen in Volt-Ampere bei 50 Per/s für Kleinspannungstransformatoren.

Einphasenstrom			Drehstrom	
	100	1000		1000
	200	(2000)	150	1500
25				(2000)
	320	(3500)	300	(3000)
50	500		500	(5000)
	750		750	

Die eingeklammerten Werte gelten für Spezialtransformatoren bei Einzelantrieben mit höheren Leistungen.

Digitized by Google

B. Baubestimmungen.

§ 14.

Netzanschluß.

Schutztransformatoren dürfen als Einphasentransformatoren nur einen 2-poligen, als Dreiphasentransformatoren nur einen 3-poligen Netzanschluß haben.

§ 15.

Verbrauchsanschluß.

Auf der Unterspannungsseite darf, sofern es nicht durch die besondere Anwendung z. B. bei Elektrowärmegeräten und Spielzeugen notwendig wird, nur eine Verbrauchsspannung, bei Drehstromtransformatoren kann jedoch außerdem noch die sekundäre Nullpunktsspannung herausgeführt werden.

Im Falle mehrerer Spannungsstufen müssen diese einzeln bezeichnet sein.

§ 16.

Anzapfungen und Umschaltungen.

Um den Anschluß des Transformators für Netze verschiedener Spannungen einzurichten, können Anzapfungen oder Umschaltungen vorgesehen werden. Änderungen der bestehenden Schaltung sind nur durch den Hersteller oder die von ihm ausdrücklich ermächtigten Elektrizitätswerke und Selbstverbraucher zulässig. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten und von außen nicht zugänglichen Klemmenleiste geführt werden; die Betätigung muß von außen unausführbar sein.

Um am Verwendungsort Abweichungen der Netzspannung bis ± 7 % auszugleichen, können Anzapfungen vorgesehen werden. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten und von außen zugänglichen Klemmenleiste geführt werden, die Betätigung muß von außen ausführbar sein, der Spannungswert der einzelnen Klemmen ist zu kennzeichnen.

§ 17.

Wicklungen.

Leitende Verbindungen dürfen weder zwischen Primär- und Sekundärwicklung noch zwischen Wicklungen und Gehäuse bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß dieser Forderung auch bei etwaigem Drahtbruch der Wicklungen genügt wird.

§ 18.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren müssen als primären Anschluß entweder fest mit ihnen verbundene Leitungen von höchstens 2 m Länge oder einen fest eingebauten Gerätestecker haben.

Steckvorrichtungen zur Abnahme von Unterspannungen müssen so ausgeführt sein, daß sie mit Steckvorrichtungen der Oberspannungsseite nicht zu verwechseln sind und auch beim Versuch, sie in oberspannungsseitige Steckdosen einzuführen, keine leitende Verbindung herzustellen vermögen.

§ 19.

Kurzschlußsicherheit.

Schutztransformatoren müssen entweder „unbedingt" oder „bedingt" kurzschlußsicher gebaut sein.

§ 20.

Leerlaufspannung.

Bei „unbedingter Kurzschlußsicherheit" darf die Leerlaufspannung, ausgenommen Spielzeugtransformatoren, 42 V nicht übersteigen.

Für Glühlampenbelastung sind sie nur dann verwendbar, wenn die Verbrauchsleistung ungefähr mit der vollen Nennleistung des Schutztransformators übereinstimmt.

An Spielzeugtransformatoren darf keine höhere Leerlaufspannung als 33 V auftreten, auch nicht durch Hintereinanderschaltung mehrerer, u. U. unabhängiger Spannungsstufen.

C. Prüfbestimmungen.

§ 21.

Erwärmung.

Die Erwärmungsprobe wird im Nennbetrieb, also mit Nenn-Primärspannung, Nennleistung und Nennfrequenz vorgenommen.

Bei der Prüfung dürfen betriebsmäßige Abdeckungen, Ummantelungen nicht geöffnet oder geändert werden. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen der R. E. T.

Für die Grenzwerte der höchstzulässigen Erwärmung und Temperatur gelten die in § 9, Tafel II angegebenen Werte.

§ 22.

Kurzschlußsicherheit.

Zur Prüfung der Kurzschlußsicherheit ist der Transformator im Anschluß an die Erwärmungsprobe sekundärseitig kurzzuschließen und die bis zur Abschaltung des Kurzschlusses durch Sicherungen, Selbstschalter usw. (bedingte Kurzschlußsicherheit) oder, falls solche Einrichtungen nicht vorhanden sind (unbedingte Kurzschlußsicherheit), im Dauerbetrieb auftretende Höchsterwärmung zu messen; sie darf die in § 10, Tafel III angegebenen Grenzwerte nicht übersteigen.

§ 23.

Spannungsänderung.

Für Schutztransformatoren von 100 VA und mehr, die nicht nach § 6, 1 bzw. § 10, 1 als „unbedingt kurzschlußsicher" ausgeführt sind, ausgenommen Spielzeugtransformatoren, soll die Spannungserhöhung zwischen induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung und 15 W nicht mehr als 5 % der Nennspannung betragen.

§ 24.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen der R.E.T., jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 2500 V.

Mit Ausnahme der Schutzart . . . .[1] müssen die Schutztransformatoren die Wicklungsprobe auch nach 24stündiger Lagerung bei 80 % Luftfeuchtigkeit und 30 ° Raumtemperatur aushalten.

§ 25.

Leistungsschild.

Jeder Schutztransformator muß ein Leistungsschild tragen, auf dem gut leserlich folgende Angaben enthalten sind:

1. Typen-, Modellbezeichnung oder Listennummer.
2. Nenn-Primärspannung.
3. Nenn-Sekundärspannung.
4. Nennleistung bzw. Nenn-Sekundärstrom.
   Bei Spielzeugtransformatoren mit mehreren Spannungsstufen ist die der höchsten Spannungsstufe entsprechende Leistung anzugeben.
5. Nennfrequenz.
6. Kurzschlußsicherheit, und zwar
   a) bei unbedingt kurzschlußsicheren Transformatoren nach § 6, 1 bzw. § 10, 1 Ⓥ (verkohlungssicher);
   b) bei bedingt kurzschlußsicheren Transformatoren nach § 6, 2 bzw. § 10, 2; Einbauseite, Art und Größe der notwendigen Schutzeinrichtungen.
7. Schutzart, sofern abweichend von: . . . .[1]
   bei der Schutzart . . . .[1] ist jedoch ein Zusatzschild „Nur für trockene Räume" oder „Vor Nässe zu schützen" anzubringen.

V. Klingeltransformatoren.

A. Genormte Werte.

§ 26.

Spannungen.

Tafel VI.

Genormte Nennspannungen bei 50 Per/s.

Nenn-Primärspannung nach DIN VDE 2	Nenn-Sekundärspannung nach DIN VDE 1	
125	3	12
220	5	20
	8	

§ 27.

Leistungen.

Tafel VII.

Klingeltransformatoren für 50 Per/s.

Nenn-Sekundärspannungen Volt			Nenn-Sekundärstrom Ampere	maximaler Leerlaufverlust Watt
3	5	8	0,5	0,6
3	5	8	1,0	0,6
8	12	20	1,5	1,75
5	8	12	2,0	1,75

[1] Es ist an die geringste (bisher TK 1) gedacht.

Digitized by Google

B. Baubestimmungen.

§ 28.

Anschlüsse.

Die Netzklemmen müssen plombierbar, von den Anschlüssen der Fernmeldeanlage elektrisch und räumlich zuverlässig getrennt und leicht zu unterscheiden sein.

§ 29.

Wicklungen.

Leitende Verbindungen dürfen weder zwischen Primär- und Sekundärwicklung noch zwischen Wicklungen und Gehäuse bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß dieser Forderung auch bei etwaigem Drahtbruch der Wicklungen genügt wird.

§ 30.

Kurzschlußsicherheit.

Klingeltransformatoren müssen „unbedingt kurzschlußsicher" gebaut sein.

§ 31.

Höchste Leerlaufspannung.

Klingeltransformatoren sollen so gebaut sein, daß bei der auf dem Leistungsschild angegebenen Nenn-Primärspannung auf der Sekundärseite keine höhere Leerlaufspannung als die 2,5-fache Nenn-Sekundärspannung, jedoch nicht mehr als 40 V auftritt.

Bei Betrieb mit einer höheren Spannung als der Nenn-Primärspannung wird die sekundäre Leerlaufspannung im gleichen Verhältnis steigen; dieser Zuwachs wird indessen, solange er innerhalb des für die Netzspannung üblichen Toleranzbereiches von 10 % bleibt, als unbedenklich zugelassen.

C. Prüfbestimmungen.

§ 32.

Leistungsprüfung.

Die Leistungsprüfung wird im Nennbetrieb, also bei Nenn-Primärspannung, Nennfrequenz und Nennstromstärke vorgenommen, wobei die induktionsfreie Belastung auf die höchste Sekundärspannungsstufe zu beziehen ist.

Die Sekundärspannung bei Belastung ist innerhalb der ersten 5 Minuten festzustellen, da mit zunehmender Erwärmung des Transformators sich die Spannung ändern kann.

Bei der Spannungsmessung, insbesondere der Leerlaufmessung, ist auf den Stromverbrauch des Meßgerätes Rücksicht zu nehmen.

Die Sekundärspannung der höchsten Spannungsstufe darf bei dieser Prüfung nicht mehr als 5 % unter dem Nennwert liegen.

Außerdem ist bei Nenn-Primärspannung und Nennfrequenz der Leerlaufverlust festzustellen.

§ 33.

Kurzschlußprüfung.

Im Anschluß an die Leistungsprüfung ist der Transformator kurzzuschließen und die im Dauerbetrieb auftretende höchste Erwärmung zu messen. Sie darf die in § 10, Tafel III angegebenen Grenzwerte nicht übersteigen.

Bei der Prüfung dürfen betriebsmäßige Abdeckungen, Ummantelungen nicht geöffnet oder geändert werden. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen der R.E.T.

§ 34.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen der R.E.T., jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 1000 V, nachdem der Transformator 24 Stunden lang bei 80 % Luftfeuchtigkeit und 30 ° Raumtemperatur gelagert hat.

§ 35.

Leistungsschild.

Jeder Klingeltransformator muß ein Leistungsschild tragen, auf dem gut leserlich folgende Angaben enthalten sein müssen:

1. Klingeltransformator.
2. Typen-, Modellbezeichnung oder Listennummer.
3. Nenn-Primärspannung.
   Der geringste Wert der tatsächlichen Primärspannung, mit der der Transformator noch ordnungsgemäß zu betreiben ist, soll mindestens 10 % unterhalb der Nenn-Primärspannung liegen dürfen.
4. Nenn-Sekundärspannung.
5. Nenn-Sekundärstrom.
   Der Nenn-Sekundärstrom bezieht sich auf die höchste Spannungsstufe.
6. Nennfrequenz.
   Statt der Nennfrequenz 50 Per/s kann auch ein Frequenzbereich 40 ... 60 Per/s angegeben werden.
7. Maximaler Leerlaufverlust. *(Schluß folgt.)*

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des Verbandskennzeichens.

Die VDE-Prüfstelle hat eine Zusammenstellung der bis zum 31. XII. 1932 erteilten Genehmigungen zur Führung des Verbandskennzeichens fertiggestellt, welche gegen Erstattung der Selbstkosten zuzüglich Porto abgegeben wird.

Der Preis der vollständigen Zusammenstellung (einschließlich der für isolierte Leitungen erteilten Genehmigungen zur Benutzung des Verbandskennfadens und mit einem Anhang über Installations-Selbstschalter) beträgt 2,80 RM zuzügl. 0,40 RM Versandgebühren, insgesamt also 3,20 RM.

Auf Wunsch können auch einzelne Abschnitte der Zusammenstellung gesondert geliefert werden, z. B.

	Preis einschl. Versandspesen RM
1. Installationsmaterial (einschl. Isolierrohren und mit Anhang über Installations-Selbstschalter)	2,60
2. Elektrowärme- und Handgeräte	0,75
3. Transformatoren (Klingel- und Schutztransformatoren)	0,20
4. Rundfunkgeräte, Hochfrequenz-Heilgeräte, galvanische Elemente	0,30
5. Isolierte Leitungen, Kabelvergußmassen	0,75

Die Abgabe der Zusammenstellung oder der einzelnen Abschnitte derselben erfolgt gegen Voreinsendung des in Frage kommenden Betrages auf das Potscheckkonto der VDE-Prüfstelle Berlin 89406.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnische Gesellschaft e. V. zu Magdeburg. 21. III. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, am Krökentor 1: Vortrag Obering. G. W. Müller, „Quecksilberdampf-Gleichrichter unter Berücks. der modernen Gittersteuerung".

Elektrotechn. Verein am Niederrhein. 16. III. 1933, abds. 8¼ h, Rheydt, Palasthotel, Marktstraße: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Jaentsch, „Der neuzeitliche Käfigmotor und seine verschiedenartigste Anwendbarkeit".

Oberschles. Elektrotechn. Verein. 22. III. 1933, abds. 7¾ h, gr. Kasinosaal der Donnersmarckhütte in Hindenburg: Lichtbildervortrag Prof. Dr. Jellinek, „Der elektrische Tod".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 17. III. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Walter, „Luftfahrt-Befeuerung".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 21. III. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal des Landesgewerbeamts, Eing. Lindenstraße: Vortrag Reichsbahnoberrat Bretschneider, „Der Übergang zum elektrischen Zugbetrieb in Württemberg".

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 21. III. 1933, abds. 7 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Lichtbildervortrag Reg.-Baum. a. D. Cordts, Eberswalde, „Krane und Hebezeuge in neuer Zeit".

Digitized by Google

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

John J. Carty †. — Am 27. XII. 1932 starb im 71. Lebensjahre Dr. John J. Carty, dessen Name viele Jahre hindurch mit der Entwicklung des Bell-Telephonsystems in Amerika verknüpft war. Seit 1930 hatte er sich aus dem aktiven Dienst zurückgezogen. Selten hat ein einzelner Mann eine so wichtige Rolle bei der Entwicklung eines Zweiges der Technik gespielt wie Carty in der amerikanischen Fernmeldetechnik. Er war bekannt sowohl durch seine eigenen Arbeiten als auch durch den Weitblick, mit dem er die Arbeiten anderer zu leiten wußte, und er hat wie wenige an der Schöpfung des heutigen amerikanischen Fernsprechsystems mitgearbeitet. Als Achtzehnjähriger ging er von der Schule zum Fernsprechdienst und wurde zunächst Telephonist. Schnell jedoch erwarb er sich umfassende Fachkenntnisse, und in den nächsten 15 Jahren wirkte er an einer Reihe grundlegender Neuerungen im amerikanischen Fernsprechwesen mit (wie z. B. an der Einführung des Doppelleitungsbetriebs, des Zentralbatteriebetriebs, der Fernsprech-Viererleitungen und der Leitungskreuzungen zur Vermeidung von Nebensprechstörungen). Carty wurde zum Chefingenieur der New York Telephone Company zu einer Zeit ernannt, als die Frage der Einführung unterirdischer Fernsprechleitungen nach einer Lösung drängte; er leitete die erfolgreiche Entwicklung papierisolierter Kabel mit Bleimantel. Später wurde er Chefingenieur der American Telephone and Telegraph Company und baute in dieser Eigenschaft in den Jahren 1914 und 1915 die ersten transamerikanischen Fernsprechleitungen mit Verstärkern; kurz darauf konnte er die Überbrückung des Atlantischen Ozeans durch Funktelephonie melden. Auch an der Entwicklung der amerikanischen Fernkabel nahm er teil: das erste Kabel dieser Art war das 1913 in Betrieb genommene starkdrähtige Kabel Boston—Washington, dem 1921 das dünndrähtige Kabel New York —Chicago folgte.

Seinen Mitarbeitern wird Carty sowohl wegen seiner Führereigenschaften als auch seiner gründlichen Kenntnis des elektrischen Nachrichtenwesens in Erinnerung bleiben. Mit der Deutschen Reichspost haben ihn stets freundschaftliche Beziehungen verbunden. *But.*

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Beurteilung zweier neuerer Kyanisierungsarten nach mykologischer Methode.

In H. 45 der ETZ veröffentlicht Herr Prof. Dr. LIESE, Eberswalde, unter obigem Titel Untersuchungsergebnisse, zu denen wir hiermit Stellung nehmen möchten:

Zunächst ist u. E. das Versuchsmaterial, welches zur Verfügung stand, unzureichend, denn von normal- und gemischkyanisierter Fichte stand nur je eine Stange zur Verfügung, während die normalkyanisierte Kiefer vollständig fehlte. Auch der Umstand, daß verschiedene Stangen exzentrisch gebaut waren, läßt sie für die in Rede stehenden Untersuchungen weniger geeignet erscheinen. Zweckmäßig wäre es nach unserer Ansicht gewesen, wenn die zu vergleichenden Hölzer in je 3 in jeder Beziehung einwandfreien Stangen zur Verfügung gestanden hätten.

Im übrigen stehen wir auf dem Standpunkt, daß Holz, welches die im 3. Abschnitt von S. 1076 angegebenen Mengen von $HgCl_2$ + NaF enthält, selbst gegen den beim Laboratoriumsversuch stattfindenden starken Pilzangriff vollständig oder doch nahezu vollständig gesichert ist. Eine Stimulation des Pilzwachstums durch derart hohe Imprägniestoffgehalte, wie die an besagter Stelle genannten, erscheint ausgeschlossen.

Der Umstand, daß der zweite Ring der Stange 130 trotz der genannten Tränkstoffmengen unverhältnismäßig hohe Gewichtsverluste infolge des Pilzangriffes gezeigt hat, ist möglicherweise damit zu erklären, daß innerhalb des 1 cm breiten Holzringes ein sehr verschieden hoher Gehalt von Tränkstoffen bestanden hat derart, daß die nach außen gelegene Zone des Ringes sehr große, die innere Zone dagegen nur sehr geringe Mengen Tränkstoffe aufgewiesen hat. In diesem Falle wäre es trotz des verhältnismäßig hohen Durchschnittsgehaltes des Ringes an $HgCl_2$ und NaF doch möglich, daß ein Angriff der nach innen zu gelegenen Teile des Holzringes durch den Pilz stattgefunden hat.

Auch ist es natürlich nicht ausgeschlossen, daß die Tränkstoffverteilung in dem seinerzeit von Prof. Dr. SCHWALBE chemisch untersuchten Holzring eine etwas andere gewesen ist als in dem Ring, den Prof. Dr. LIESE mykologisch geprüft hat.

Schließlich könnten aber auch die seinerzeit zur Bestimmung von $HgCl_2$ und NaF im Holz angewendeten chemischen Untersuchungsmethoden noch irgendwelche Fehlerquellen in sich geschlossen haben. Die von Prof. Dr. LIESE angewendete mykologische Untersuchungsmethode ist nach unseren jahrelangen Erfahrungen als zuverlässig zu betrachten.

Zusammenfassend wiederholen wir, daß nach unserer Erfahrung Kiefern- bzw. Fichtenholz, wenn es in allen Teilen gleichmäßig die für den zweiten Ring angegebenen Mengen $HgCl_2$ und NaF enthält, bei Durchführung der mykologischen Untersuchungsmethode, wie sie neuerdings von den auf unserem Sondergebiet tätigen Fachleuten allgemein angenommen worden ist, überhaupt nicht oder doch nur unwesentlich angegriffen werden kann.

Charlottenburg 2, 28. XI. 1932.

Laboratorium für Holzkonservierung der Rütgerswerke-Aktiengesellschaft.

Erwiderung.

Die Auswahl der für die Versuche vorgesehenen Hölzer erfolgte durch die Dienststellen der Reichspost. Die erwähnten Mängel zeigten sich erst nachträglich. In Anbetracht der erheblichen Arbeit wäre es natürlich wünschenswert gewesen, wenn besseres Material vorgelegen hätte; doch halte ich es für ausgeschlossen, daß durch die besonderen Eigenschaften der Stangen irgendwelche wesentlichen Fehler bewirkt worden sind.

Da die Untersuchungen an den zunächst allein vorgesehenen druckkyanisierten Kiefern und Fichten sowie der gemischkyanisierten Kiefern keine befriedigende Beurteilung der verschiedenen Kyanisierungsverfahren ergeben hätten, wurde auf meine Veranlassung zur Vervollständigung des Versuchsprogrammes auch noch je eine normal- und gemischkyanisierte Fichte hinzugezogen; wegen der Schwierigkeit der Untersuchungen — besonders in chemischer Hinsicht — mußte darauf verzichtet werden, wie früher je 3 Stämme zu untersuchen, auch mußte die normalkyanisierte Kiefer ganz wegfallen.

In dem am Schlusse meiner Veröffentlichung gezogenen Vergleich zwischen den mykologischen und chemischen Ergebnissen wurde auf gewisse Unstimmigkeiten hingewiesen und erwähnt, daß die Ursache vielleicht mit der von Herrn Prof. Dr. SCHWALBE als möglich bezeichneten Ungenauigkeit der chemischen Bestimmungsmethode in Zusammenhang stehen könne. Wenn dabei die nach der chemischen Methode erhaltenen Zahlenwerte aufgeführt wurden, so sollte damit nicht für deren Richtigkeit eingetreten werden. Es ist ganz ausgeschlossen — und hierin stimme ich den vorstehenden Bemerkungen durchaus zu —, daß die im 2. Ringe des Stammes 111 (Nr. 130 der SCHWALBEschen Veröffentlichung) nach der chemischen Methode gefundenen Mengen an Fluornatrium und Sublimat die bei der mykologischen Untersuchung beobachtete Stimulation bewirken können. Wie ich vor 2 Jahren festgestellt habe[1], tritt bei Imprägnierung mit einer 0,05 ··· 0,005prozentigen wässrigen Lösung Fluornatrium eine stimulierende Wirkung ein. Die bei der chemischen Untersuchung gefundene Menge von etwa 0,2 % NaF schützt bereits allein, ohne Zusatz von Sublimat, selbst unter den für den Pilz sehr günstigen Bedingungen der Kolleschalenmethode das Holz unbedingt, wie meine seit Jahren durchgeführten Versuche stets ergeben haben; eine Stimulation kann daher durch eine derart starke Konzentration auf keinen Fall stattfinden.

Eberswalde, 29. XII. 1932. Liese.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft mit bes. Berücks. einer vollständ. Zentralisation der Stromverteilung in Deutsch-

[1] Angewandte Botanik 1931, S. 142.

Digitized by Google

land. Von Obering. Dr. H. Witte. Mit 13 Abb. im Text u. auf einer Tafel, IV u. 79 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 4,50 RM.

Die vorliegende Schrift befaßt sich mit den wirtschaftlichen Grundlagen einer weitgehenden Zusammenfassung der deutschen Stromversorgung. Sie versucht den Nachweis, daß der von dem bekannten Vertreter einer planmäßigen Konzentration, O. v. Miller[1], in dessen Gutachten für das Reichswirtschaftsministerium geforderte feste Zusammenschluß der deutschen Elektrizitätswirtschaft unter Hinzuziehung außerdeutscher Großwasserkräfte keine Ersparnisse verspricht. Der Verfasser hält es für richtiger, die einzelnen Versorgungsgebiete, ähnlich, wie es z. Z. in England geschieht, nur durch Ausgleichsleitungen geringeren Querschnitts zu verbinden, den Schwerpunkt der Stromerzeugung in den Kohlengebieten bzw. an den Stellen intensivsten Verbrauchs zu lassen und im übrigen neue Kapitalien in Kraftwerken und Leitungen erst dann zu investieren, wenn eine Befriedigung steigenden Kraftbedürfnisses nicht mehr durch wirtschaftlichere Ausnutzung der vorhandenen Anlagen möglich ist.

Der Hauptabschnitt des Buches beginnt mit einer Übersicht über die Grundlagen der heutigen Elektrizitätswirtschaft. Einer Schilderung der Entwicklung von den ersten elektrischen Anlagen, die nur den rein örtlichen Strombedürfnissen dienten, zur Großkraft-Fernversorgung folgen eine nach Ländern geordnete Zusammenstellung der großen Elektrizitätsgesellschaften und eine Übersicht über die Energiequellen Deutschlands. Zu den in letzter Zeit aufgetauchten Projekten über Höhenwindkraftwerke wird noch nicht Stellung genommen. Besondere Beachtung verdient der an Hand der Jahresstatistik 1930 der VdEW gebrachte schlüssige Nachweis, daß die im Jahre 1930 vorhandene Kraftwerksleistung ausreicht, einer Stromnachfrage bis zu $40 \cdot 10^9$ kWh/Jahr zu genügen. — Der zweite Teil behandelt die Kosten des Stromes unterteilt nach Erzeugung, Verteilung im Verbrauchsgebiet und Fortleitung auf große Entfernungen (Großtransport). Die klare Herausstellung der Stromerzeugungskosten für Dampfkrafterzeugung aus Steinkohle und Braunkohle und Wasserkrafterzeugung, der Fernleitungskosten sowie der Gestehungskosten des Fernstromes frei Verbrauchsgebiet[2] (Erzeugung + Fortleitung) aus dem umfangreichen Fachschrifttum machen diesen Abschnitt besonders wertvoll. Die hier angegebenen Zahlen, Formeln und Kostenkurven, die sich auf mittlere Verhältnisse beziehen, sind schlechthin das Vademecum des Elektrizitätswirtschaftlers. — Der dritte Teil handelt über Spitzenausgleich und Benutzungsdauer als Kernfragen der weiteren Konzentration. Da vielfach die Gegner wie Anhänger der Großkraft-Fernversorgung[3] ihren Standpunkt nachdrücklichst mit dem Problem der wirtschaftlichen Spitzenkrafterzeugung begründen, sind auch die aus der gründlichen Kenntnis des einschlägigen Schrifttums gebrachten Ausführungen des Verfassers gerade unter dem Gesichtswinkel der Konzentration wichtig. In der Beurteilung der Dampfspeicherung (Seite 50 ··· 53) wird eine Stellungnahme des Verfassers zur Wirtschaftlichkeit des Verbundbetriebes von Ruthsspeicheranlagen[4] mit einer anderen Speicheranlage vermißt. — In einem Schlußteil werden die Richtlinien für die weitere Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft aufgezeigt.

Es hätte der Vollständigkeit der Darlegungen entsprochen, wenn der Verfasser auch auf die wirtschaftlichen Aussichten des mit zunehmender Anwendung von Hochdruckdampfbetrieb immer aktueller werdenden Einbezuges von „Brikettstrom“ [5] in die öffentliche Elektrizitätsversorgung eingegangen wäre.

Das objektiv und klar geschriebene Buch ist ein wertvoller Beitrag zu den bereits bekannten Erkenntnissen über die wirtschaftlichen Aussichten einer Konzentration in der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Der umfangreiche Schrifttumnachweis macht das Buch zu einer Fundgrube auch für den tiefer schürfenden Ingenieur. Die vorzügliche Ausstattung des Buches wird durch einige störend wirkende Druckfehler nicht beeinträchtigt.

Hermann Schulze, Auma.

[1] O. v. Miller, Reichselektrizitätsversorgung (Gutachten für das Reichswirtschaftsministerium), Berlin 1930.
[2] Vgl. ETZ 1926, S. 296.
[3] Vgl. z. B. Schraeder, Block und H. Schulze, ETZ 1931, S. 1294, 1328, und 1932, S. 83.
[4] Vgl. H. Schulze, ETZ 1931, S. 992; RGE Paris 1931, S. 972.
[5] Vgl. z. B. Vigner, Braunkohle 1925, H. 48; Schneider, Braunkohle 1930, H. 32; Schreiber, Z. VDI Bd. 75, S. 830 (1931); Münzinger, Z.VDI Bd. 76, S. 693 (1932); H. Schulze, ETZ 1930, S. 41.

Grundzüge der Schmiertechnik. Berechnung u. Gestaltung vollkommen geschmierter gleitender Maschinenteile. Lehr- und Handbuch für Konstrukteure, Betriebsleiter, Fabrikanten und höhere technische Lehranstalten. Von E. Falz. 2., völlig neu bearb. Aufl. Mit 121 Abb., 18 Zahlentaf. u. 44 Berechnungsbeisp., IX u. 326 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 26,50 RM.

Der ersten Auflage vom Jahr 1926 ist in verhältnismäßig kurzer Zeit die nun vorliegende zweite Auflage gefolgt; dies spricht schon allein für den Wert des Buches, der durch die Neubearbeitung noch erheblich gesteigert wurde. Insbesondere war die Revision des Rechnungsganges von Vorteil für die leichte Verwendungsfähigkeit beim Gebrauch in der Praxis. Der hier durch Konzentration gewonnene Raum kam den folgenden für die Praxis hervorragend wichtigen Kapiteln: „Die wichtigsten Formen der Öl- und Fettschmierung; Schmiergeräte für Öl und Fett; Schmiermittel und Lagermetalle (in hervorragend klarer Darstellung); Schmieröl- und Kühlölbedarf, Fortschrittliche Lagerkonstruktionen, Zusammenfassende Richtlinien und Formeln, und (last not least) Interessante Fälle aus der Praxis“ zugute.

Die theoretischen Grundlagen zeigen nur geringe Veränderungen gegenüber der ersten Auflage, obschon einzelne Punkte dieser wichtigen Kapitel Revisionen vertragen könnten. In dieser Hinsicht mache ich nochmals, wie in meiner ersten Besprechung, auf Abb. 1 und 2 aufmerksam, die offenbar unter der Zwangsvorstellung entstanden sind, daß im Film von konstanter Dicke auch der Druck konstant bleiben müsse. Insbesondere als Einführung in die Materie erfordern diese Bilder eine qualitativ richtige Darstellung. Abb. 28 ist nicht am Platz in einem Kapitel, wo ausschließlich das halbumschließende Querlager behandelt werden soll. Mangels Angabe der Zapfendimensionen und des Ortes der Schmiermittelzufuhr, die ganz wesentlich die Zapfenstellung beeinflußt, ist diese Abbildung ohne Wert. Eine Revision dieser Punkte könnte bei der nächsten Auflage, die zu erwarten ist, erfolgen. Druck und Ausstattung entsprechen dem Inhalt der im ganzen vorzüglichen und zweckdienlich angelegten Arbeit.

Georg Duffing.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften[1].

Anmerkungen zur umstehenden Übersicht:

1 Eine Trennung in Dauerbeteiligungen und vorübergehende Geldanlagen (Effekten) ist noch nicht möglich, da die Posten noch vielfach zusammengezogen werden. Eigene Aktien sind in diese Gruppe hineingenommen.
2 Für 1930 noch keine getrennte Angabe.
3 Ohne Vorjahresvortrag und andere Verrechnungen.

Aus den Geschäftsberichten für 1931:

Zu I. Robert Bosch AG.

Anmerkungen:

4 Einschließlich Effekten.

Der Umsatz des Jahres 1931 hat sich gegenüber 1930 mengenmäßig ungefähr gehalten, auch das Verhältnis des Inlandsgeschäftes zum Auslandsabsatz hat sich kaum verändert. Das Unternehmen ist mit mehr als 50 % seines Absatzes auf das Ausland angewiesen. Wertmäßig ist der Umsatz hauptsächlich wegen weiterer Preisnachlässe um rd. 17 % gegenüber dem Vorjahr gefallen. Verglichen mit dem Spitzenjahr 1929 liegt der Gesamtverkaufserlös im Jahre 1931 um rd. 34 % niedriger. Die Gesellschaft konnte allerdings unter weitgehender Einschaltung von Kurzarbeit am Ende des Jahres 1931 in ihren Stuttgarter und Feuerbacher Werken sowie in den deutschen Verkaufshäusern 8422 Arbeiter und Angestellte, d. h. 308 Personen mehr als Ende 1930 beschäftigen. Eine Reihe neuentwickelter Erzeugnisse wurde zur Herstellung freigegeben, darunter Batterien für Personen- und Lastkraftwagen, Lenkräder für Personenkraftwagen, Nebelscheinwerfer, Innenlenksucher, elektropneumatische Servo-Lenker zum Lenken von Schwerfahrzeugen. Die Erweiterung des in- und ausländischen Verkaufsnetzes ist während des Berichtsjahres fortgesetzt worden. Die Zahl der Bosch-Vertriebs- und Dienststellen belief sich im September 1932 auf über 2500 und ist weiter im Wachsen begriffen. Im neuen Geschäftsjahr konnte eine weitere wertmäßige Verminderung des Umsatzes, u. zw. um ungefähr ein Viertel (bis September 1932) gegenüber 1931 nicht verhindert werden. Besonders schwer wird die Firma

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 191.

Digitized by Google

(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931.
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)
Werte in 1000 RM.

Name der Gesellschaft	I. Robert Bosch AG., Stuttgart	II. Aronwerke Elektrizitäts-AG., Berlin-Charlottenburg	III. Vereinigte Isolatorenwerke AG., Berlin-Pankow	IV. Elektrolux AG., Berlin-Tempelhof
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**8 334** / *9 727*	**2 010** / *1 867*	**658** / *666*	**166** / *225*
II. Effekten und Beteiligungen[1]	**4 732** / *4 633*	**236**[5] / *805*	— / —	**394** / —
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**11 058** / *12 667*	**4 030** / *5 236*	**245** / *287*	**944** / *1 246*
2. Forderungen a) an abhängige u. Konzernges.	**25 102** / *24 885*	**10** / —[5]	— / —	**2 620**[10] / *3 716*
b) an sonstige Schuldner		**4 819**[6] / *6 650*[5]	**116** / *165*	
3. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**24 473**[4] / *25 269*[4]	**1 565** / *377*	**37** / *35*	**197** / *1 563*
Summe III	**60 633** / *62 821*	**10 424** / *12 263*	**398** / *487*	**3 750** / *6 525*
1931 gegen Vorjahr in %	−3,3	−14,8	−18,2	−42,5
B. Passiva				
I. Grundkapital	**30 000** / *30 000*	**8 000** / *8 000*	**1 000** / *1 000*	**4 000**[11] / *4 000*[11]
II. Reservefonds	**9 000** / *9 000*	**1 000** / *700*	**28** / *15*	**21** / *16*
III. Unterstützungsfonds	**5 255** / *3 461*	— / —	— / —	— / —
IV. Rückstellungen	—	**115**	**16**	—
V. Wertberichtigungen	—	—	—	—
VI. Verbindlichkeiten	—	—	—	—
1. aus Anleihen, Hypotheken, Schuldverschreibungen	**22 120** / *22 992*	**125** / *748*	— / —	— / —
2. gegenüber abh. u. Konzerngesellsch.	**7 876** / *9 621*	**20** / —[5]	— / —	**1 601**[10] / *3 937*
3. sonstige		**3 030** / *4 679*[5]	**49** / *95*	
Summe VI	**29 996** / *32 613*	**3 175** / *5 427*	**49** / *95*	**1 601** / *3 937*
1931 gegen Vorjahr in %	− 8,4	− 41,5	− 48,4	− 59,4
Bilanzschlußzahl	**74 251** / *77 181*	**12 670** / *14 934*	**1 092** / *1 153*	**5 724** / *8 116*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	— / —	**133** / —[7]	**35** / —	— / —
II. Soziale Abgaben	— / —	**328** / *999*[7]	**34** / —	— / —
III. Abschreibungen	— / —	**281** / *380*	**72** / *42*	**69** / *86*
IV. Jahresreingewinn[8]	— / *1 018*	**232** / *801*	— / *33*	**26** / *88*
V. Dividende	— / —	*10 %*[8] / *10 %*[8]	— / *6 %*[9]	— / *3 %*
VI. Jahresreinverlust[8]	**1 659** / —	— / —	**37** / —	— / —

bei ihrem starken Auslandsabsatz durch die Hemmungen des internationalen Güteraustausches getroffen, die sich in Zollmauern, Kontingentierungen, in der Verschlechterung von Auslandswährungen u. a. immer unheilvoller auswirken.

Zu II. Aronwerke Elektrizitäts-AG.

Anmerkungen:

5 Einschließlich eigene Aktien.
6 Einschließlich Übergangsposten.
7 Einschließlich Steuern.
8 Auf die ausgegebenen A-Aktien (50 % des Aktienkapitals) abzüglich nom. 411 000 RM eigene Aktien.

Durch die Beschränkung der anlagebauenden Abnehmer ist besonders der Absatz der Zähler- und Schaltuhren-Abteilung mengen- und wertmäßig sehr ungünstig beeinflußt worden. Der Umsatz der Radioabteilung ist wertmäßig relativ weniger zurückgegangen. Die Verkaufspreise haben auf diesem Gebiet stark nachgegeben, während der mengenmäßige Absatz hinter dem des Vorjahres nicht zurücksteht. Im Geschäftsjahr 1932 (bis Juni) ist das Ausfuhrgeschäft unter dem Einfluß von Valutaabschwächungen, Devisenbestimmungen und teilweise prohibitiver Zölle soweit zurückgegangen, daß ein Ausgleich durch das besser gehaltene Inlandsgeschäft kaum zu erhoffen ist.

Das Unternehmen besitzt sämtliche Anteile der folgenden Gesellschaften:

1. Nora-Radio G. m. b. H., Charlottenburg,
2. Rheinische Aron-Elektrizitäts-G. m. b. H., Düsseldorf.

Zu III. Vereinigte Isolatorenwerke AG.

Anmerkungen:

9 Auf 500 000 RM Vorzugsaktien.

Es wird berichtet, daß der Auftragseingang weiter stark nachgelassen hat und daß sich auch im Jahre 1932 (bis Juni) die Verhältnisse nicht gebessert haben.

Die Firma gehört zum Konzern der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen—Ludwig Loewe & Co. AG., Berlin.

Zu IV. Elektrolux AG.

Anmerkungen:

10 Hauptsächlich Forderungen bzw. Schulden an Elektrolux-Unternehmungen.
11 Davon nicht eingezahlt 1 250 000 RM.

Im Geschäftsjahr 1931 ist der Umsatz (Staubsauger, Waschmaschinen, Bohnermaschinen, Kühlschränke) gegenüber dem Vorjahr nur unerheblich zurückgegangen. Der Absatz des Jahres 1932 hat sich (bis zum Juni) trotz der Anfang des Jahres durchgeführten Preisermäßigungen bis jetzt auf derselben Höhe wie in dem entsprechenden Zeitraum des Vorjahres gehalten. Die Aussichten werden von der Gesellschaft auch deswegen als günstig beurteilt, weil es gelungen ist, mit dem im Laufe des Sommers aufgenommenen Kühlschrankgeschäft einen billigen automatischen Kühlschrank auf den Markt zu bringen, für den auch bei der heutigen allgemeinen Wirtschaftslage eine gute Aufnahmefähigkeit vorausgesetzt werden kann. *wt.*

Großbritanniens Elektroversorgung i. J. 1931. — Die von Electr. Rev., Lond., vor kurzem[1] nach der Jahresstatistik mitgeteilten abgerundeten Einfuhrwerte stimmen in der Hauptsache mit den von der ETZ 1932, S. 168, gebrachten überein. Man ersieht indessen, daß zu der Gruppe Maschinen, Generatoren und Motoren auch ruhende Transformatoren, Kontroll- und Schaltvorrichtungen sowie Staubsauger gezählt worden sind. Letztere ergaben rd. 11,2 Mill RM[2], von denen rd. 4,8 auf kanadische, rd. 3 Mill RM auf nordamerikanische und rd. 1,3 auf deutsche Lieferungen entfielen. Generatoren, Motoren und nicht näher bezeichnete Maschinen hat Großbritannien 1931 dem Wert nach vorwiegend aus den V. S. Amerika bezogen, doch war der Gesamtbetrag dieser Gruppe mit rd. 23 Mill RM um 2,6 Mill RM geringer als 1930. Für Zähler und Meßinstrumente weist die neue Statistik im Gegensatz zu den früheren Angaben nur rd. 3 Mill RM, d. s. 0,4 Mill RM weniger als 1930 auf; davon kamen für rd. 1,5 Mill RM aus Deutschland. An der Versorgung Großbritanniens mit Glühlampen (rd. 6,54 Mill RM), die aber um rd. 1,4 Mill RM hinter der des Vorjahres zurückgeblieben ist, waren Österreich mit 2,6, Holland mit nahezu 1 Mill RM, außerdem Deutschland und Japan besonders beteiligt. Unsere Zufuhren an Beleuchtungsmaterial und Schaltern erreichten bei einer Gesamteinfuhr dieser Erzeugnisse von rd. 7,9 Mill RM über 5 Mill RM, an nicht weiter spezifizierten Waren, deren Import (ohne elektromedizinische Apparate) zu rd. 14,4 Mill RM beziffert wird, rd. 6,6 Mill RM, d. s. 1,2 Mill RM mehr als 1930. Die Einfuhr von Radioapparaten betrug im ganzen 25,775 Mill RM; davon entfielen 7,4 auf Empfangsgerät (ohne Röhren), das Großbritannien im Wert von 4,98 Mill RM von der nordamerikanischen Union erhalten hat, 4,9 Mill RM auf Röhren, deren Lieferung aus Österreich rd. 2,19 Mill RM ausmachte, und die in einem gegen das Vorjahr um rd. 2 Mill RM höheren Wert vom Ausland (auch den V. S. Amerika, Niederlanden, Frankreich) bezogen worden sind, und rd. 13,4 Mill RM auf andere Radiovorrichtungen bzw. -teile. Diese wurden in erheblichem Umfang, nämlich für 6,3 Mill RM, aus Deutschland, sodann von Holland und den V. S. Amerika dem britischen Markt zugeführt. Als Gesamtwert der Einfuhr elektrotechnischer Waren und Apparate (also ohne die Maschinengruppe) nach Großbritannien im Jahr 1931 nennt die Statistik rd. 88 Mill RM, was einen Rückgang gegen 1930 um rd. 11 Mill RM bedeutet. *fm.*

[1] Bd. 111, S. 752.
[2] 1 RM = rd. 0,07 $.

Abschluß des Heftes: 10. März 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Kleingleichrichter verschiedener Ausführungsformen für die Ladung von Kleinbatterien und andere Anwendungsgebiete.

Mitteilung der AEG.

Zur Ladung von Kleinbatterien aller Art wie Betätigungs-Batterien für Schaltanlagen, Notbeleuchtungsbatterien, Fernsprechbatterien, Radiobatterien, Starterbatterien, Batterien für Fernmelde- und Uhrenanlagen, Bootsbatterien usw. werden Ladeeinrichtungen benötigt, die als Nebenapparate möglichst billig und betriebsicher sein sollen. Insbesondere wird auf größte Einfachheit der Bedienung Wert gelegt. Diese Ansprüche lassen sich erfahrungsgemäß am besten mit Gleichrichtern erfüllen. In Anpassung an die Erfordernisse der Praxis wurde von der AEG eine Reihe von Sonderausführungen geschaffen, die nachstehend kurz erläutert werden:

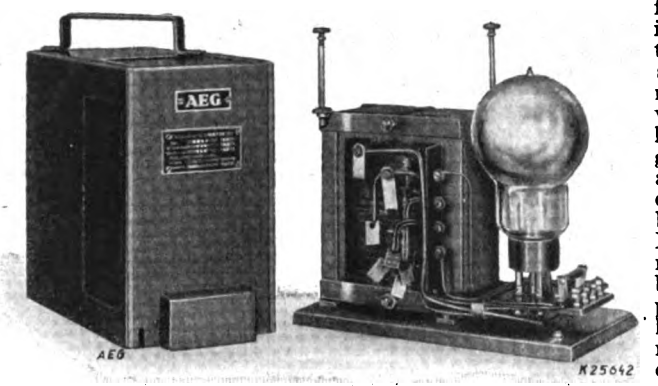


Abb. 1. Glühkathoden-Gleichrichter zum Betrieb von elektromagnetischen Aufspannplatten. Schutzhaube abgenommen.

Für Batterien, die nur sehr geringe Leistungen abzugeben haben, werden mit Vorteil Glimmgleichrichter verwendet, die für die Ladung von Batterien bis zu 40 Zellen mit Stromstärken zwischen 70 und 200 mA geeignet sind. Glimmgleichrichter arbeiten in der Regel in Dauerladung mit praktisch gleichbleibender Ladestromstärke auf die Batterie und ergänzen so dauernd die durch Nutz- und Selbstverbrauch abgegebene Energie. Sie werden z. B. für die Aufladung von Kleinbatterien für Uhrenanlagen und ähnliche kleine Betätigungsbatterien verwendet. Für Batterien, mit größerem Nutzstromverbrauch, z. B. Fernsprechbatterien oder stärker beanspruchte Betätigungsbatterien, Starterbatterien usw. verwendet man **Glühkathoden-, Quecksilberdampf- oder Trokken-Gleichrichter.** Mit der Ladestromstärke, die in den meisten Fällen zwischen 0,5 und 10 bis 20 A liegt, kann man hierbei (weil in der Regel reichlich Zeit für die Aufladung zur Verfügung steht) oft weit unter dem zulässigen höchsten Ladestrom bleiben und dadurch an Anschaffungskosten sparen. Die Reglung des Ladestromes geschieht entweder von Hand — in Verbindung mit einzelnen Ladewiderständen bzw. bei größeren Ladeanlagen in Verbindung mit Ladetafeln, die gewöhnlich Meßinstrumente, Ladewiderstände, Schalter, Sicherungen und Klemmen für mehrere Ladezweige enthalten — oder auch vollkommen selbsttätig. Schaltung und Aufbau der Gleichrichter für selbsttätige Ladung ist so gewählt, daß bei einem bestimmten Entladezustand der jeweils gewünschte Ladestrom fließt. Zur Begrenzung der Ladestromstärke dienen hierbei entweder einstellbare ohmsche Widerstände im Gleichstromkreis oder zwecks Vermeidung der hierdurch bedingten Energieverluste sogenannte Ladedrosselspulen im Wechselstromkreis. Diese einen gewissen Spannungsbetrag entziehenden Zwischenglieder geben dem Gleichrichter die erforderliche Elastizität, die bei zu hoher Primärspannung Überladungen vermeidet und bei zu niedriger Spannung noch eine Aufladung mit verminderter Stromstärke gestattet. Voraussetzung hierfür ist naturgemäß, daß sich die Spannungsschwankungen des Wechselstromnetzes in zulässigen Grenzen bewegen.

Abb. 2. Quecksilberdampf-Glasgleichrichter für selbsttätige Ladung und Abschaltung von Elektrokarrenbatterien für 30 bis 40 A.

Neu entwickelt wurden von der AEG vor kurzem Glühkathodengleichrichter mit einer Spezialschaltung für selbsttätige Ladung in Verbindung mit selbsttätiger Zu- und Abschaltung des Gleichrichters. Durch diese werden die bei der Dauerladung auftretenden Eigenverluste wesentlich herabgesetzt und außerdem die Glühkathodenröhren in bezug auf ihre praktische Betriebzeit besser ausgenutzt. Ihre Anwendung ist besonders dann zu empfehlen, wenn die aufzuladenden Batterien in unregelmäßigen Abständen entladen werden oder wenn die Batterie tagelang wenig oder gar nicht in Anspruch genommen wird. Optische oder akustische Signale, die einen gewissen Tiefstand des Ladezustandes anzeigen, können mit der Schaltung dieser Apparate verbunden werden. Durch diese werden etwaige Störungen in der Ladeeinrichtung, wie Durchgehen von Sicherungen oder längeres Wegbleiben der Wechselspannung, als Folge baldigen Absinkens der Batteriespannung angezeigt.

Ferner wurden neue Quecksilberdampf-Gleichrichter für dreiphasigen Abschluß an Drehstromnetze für die selbsttätige Ladung von Elektrokarrenbatterien mit Anfangsladestromstärken von 30 und 40 A entwickelt (Abb. 2 und 3). Diese Gleichrichter unterscheiden sich von den bisher gebräuchlichen Ausführungsformen durch den Fortfall der Selbsterregung und die Verwendung der Federzündung an Stelle der Kippzündung. Diese neue Zündart vermeidet die bei der Kippzündung erforderliche bewegliche Aufhängung des Glaskörpers, die gelegentlich zu Störungen Veranlassung gab. Neben der Stromersparnis für die Erregung konnte durch den Fortfall der Erregeranoden der Preis der Ersatzglaskörper wesentlich herabgesetzt werden. Diese neuen Ladegleichrichter ermöglichen in Verbindung mit dem selbsttätigen Ladeschalter System Pöhler auch für größere Leistungen die Erstellung vollkommen selbsttätiger Ladeeinrichtungen, die in bezug auf Einfachheit, Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit die Anforderungen der Praxis in weitestem Maße erfüllen.

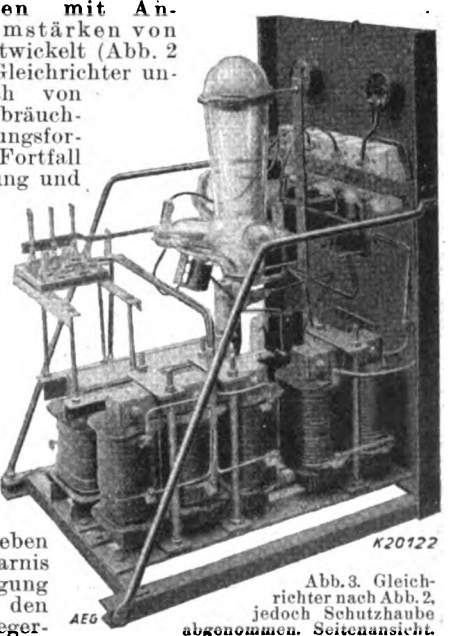
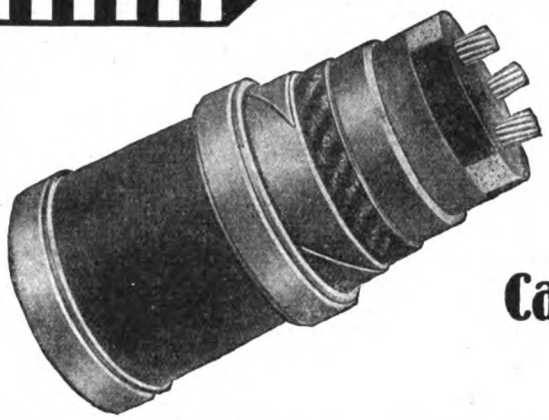


Abb. 3. Gleichrichter nach Abb. 2, jedoch Schutzhaube abgenommen. Seitenansicht.

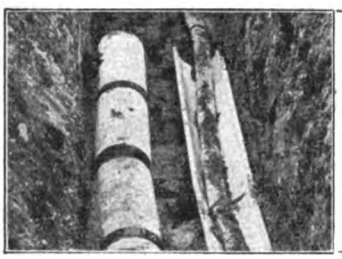
Ein weiteres Anwendungsgebiet für Kleingleichrichter ist die Speisung von Magneten, wie sie für Spannfutter, Aufspannplatten und ähnliche Zwecke verwendet werden. (Abb. 1.) Für dieses Gebiet wurden neuerdings eine Reihe besonders preiswerter Ausführungsformen mit Glühkathode für Leistungen von 100, 150, 200, 300 und 500 W für Gleichspannungen von 110 und 220 V geschaffen.

Digitized by Google



Starkstrom-Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannungen
Nach den Normalien des VDE

Callender Kabel Gesellschaft
m. b. H.
HAMBURG 1



Eternit-Kabelrohre für Stark- und Schwachstromkabel sind **frei von Korrosion.**

Ihre Sondervorzüge sind: Unempfindlichkeit gegen elektr. Ströme, Rostfreiheit, Frostsicherheit, fast unbegrenzte Haltbarkeit, geringes Gewicht, glatte Innenfläche, dichte Verbindung, genaue Achshaltung im Stoss. Prospekt R 81 direkt vom Hersteller

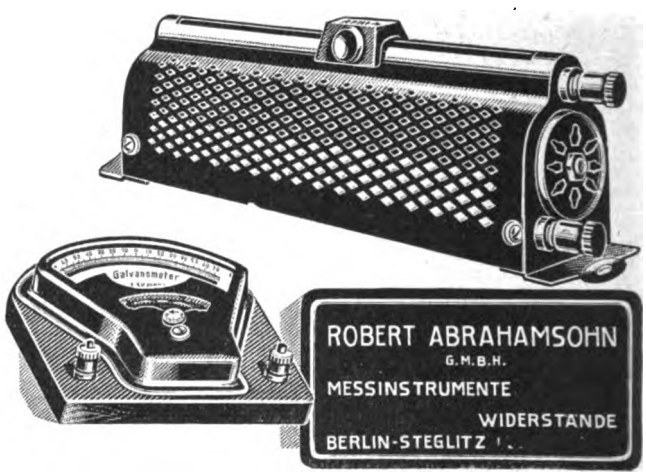
Eternit-Kabelrohre der Reichsbahn am Wannseebahnhof Berlin-Friedenau

Deutsche Asbestzement-Aktiengesellschaft Berlin-Rudow

METALLÄTZWERK HAMBURG Telefon 248719
Danzigerstr. 40
Hans Kindermann
Skalen Schilder Teilungen

Scheinwerfer und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate
Emil Niethammer Stuttgart-W
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

Durch eine „Kleine Anzeige"
ist oft schon Großes erreicht worden. Wer daher z. B. die Absicht hat, ein Patent zu verkaufen, gebe „Kleine Anzeigen" in der ETZ auf. Es spricht alles dafür, daß sie in der gewünschten Weise Erfolg bringen.



Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 23. März 1933** **Heft 12**

Motorgenerator-Lokomotiven.

Von Ing. Dr. tech. **Alfred Grabner**, Wien.

Übersicht. Die 16 wichtigen Forderungen, welche für die ideale elektrische Lokomotive im Band 17[1] des Gesamtberichtes zur zweiten Weltkraftkonferenz aufgestellt wurden, werden als Basis zum Vergleiche der technischen und wirtschaftlichen Bewertung von Umformerlokomotiven für Einphasenstrom mit Umformung in Gleichstrom in Gegenüberstellung mit Lokomotiven für Einphasenstrom mit Kommutatormotoren gleicher Bauart, Leistung und Fahrgeschwindigkeit herangezogen. Hierbei wird im Zusammenhang mit der Manövrierfähigkeit der Umformerlokomotive auf deren Schaltplan näher eingegangen, von den charakteristischen Kurven der Kommutatormotoren für 50, 16⅔ und 0 Per/s auf die unterschiedlichen betrieblichen Verhältnisse der zugehörigen Lokomotiven rückgeschlossen und auf die Wirkungsgrade und Gewichte von vier verschiedenen Vergleichslokomotiven näher eingegangen.

Der Motorgenerator fand auf Lokomotiven für Einphasenbahnen zur Energieumformung in regelbaren Gleichstrom schon frühzeitig Anwendung. Obwohl er als

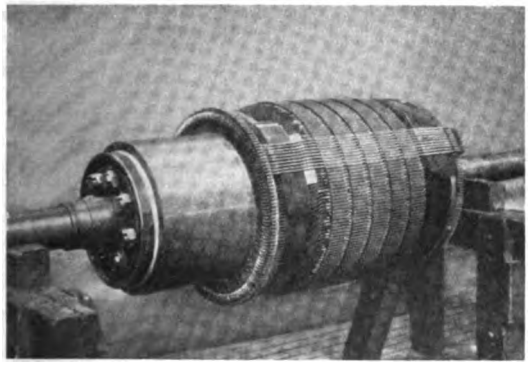


Abb. 1. Anker des Versuchsmotors für 300 kW, 50 Per/s.

Leonard-Antrieb von den 16 Forderungen, welche an eine ideale elektrische Lokomotive zu stellen sind, fast alle erfüllt, konnte er bisher in dieser Verwendungsart keine Verbreitung finden. Erst in den letzten Jahren sind bekanntlich in Amerika neuerlich Umformerlokomotiven gebaut worden, welche sich den Leonard-Antrieb wieder zunutze machen. Es sind dies die in den Jahren 1925, 1926 und 1927 in Betrieb genommenen Umformerlokomotiven auf der Detroit-Toledo-Irenton-Bahn, auf der New York-New Haven-Hartford-Bahn und die bei der Great Northern in Dienst gestellten Maschinen.

Im Band 17 des Gesamtberichtes zur zweiten Weltkraftkonferenz wird ein technischer und wirtschaftlicher Vergleich der drei Systeme, Einphasenstrom mit Kommutatormotoren, Einphasenstrom mit Umformung auf Drehstrom und Einphasenstrom mit Umformung auf Gleichstrom, gegeben. Die Tafel, welche die drei Systeme gegenüberstellt, wird in dem Berichte als unsicherer Vergleich empfunden, da es naturgemäß schwer ist, für so verschiedenartige Lokomotiven eine gemeinsame Basis für ihre Bewertung zu finden.

Es sollen daher im Nachstehenden 4 Lokomotiven gleicher Bauart der Achsfolge $C_0 + C_0$ mit unterschiedlicher elektrischer Einrichtung für gleiche Leistungen und Fahrgeschwindigkeiten einander gegenübergestellt werden. Die Stundenleistung der Lokomotiven soll 2500 PS betragen, die Stundengeschwindigkeit 40 km/h, die Höchstgeschwindigkeit 70 km/h, die Stundenzugkraft, am Radumfange gemessen, 16 200 kg. Für die Leistungsübertragung am Fahrdraht werden folgende Verhältnisse gewählt:

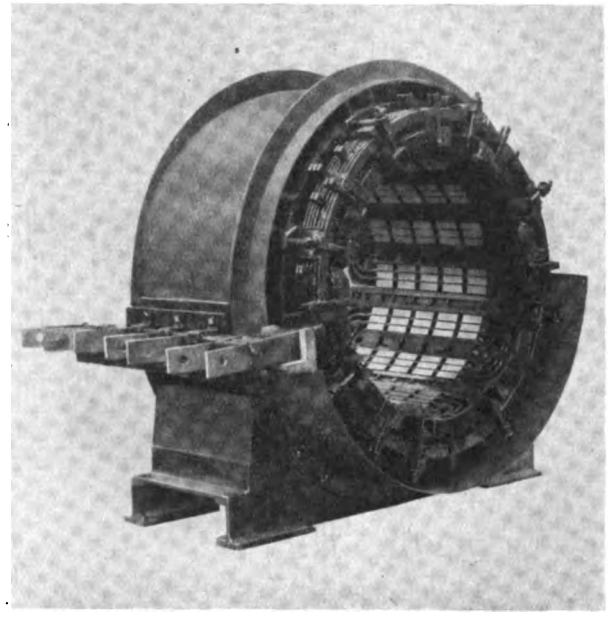


Abb. 2. Ständer des Versuchsmotors für 300 kW, 50 Per/s.

A. Umformerlokomotive mit synchronem Motorgenerator, Fahrdrahtspannung 15 000 V, 50 Per/s;
B. Umformerlokomotive mit synchronem Motorgenerator, Fahrdrahtspannung 15 000 V, 16⅔ Per/s;
C. Wechselstromlokomotive mit Einphasen-Reihenschluß-Kommutatormotoren, Fahrdrahtspannung 15 000 V, 50 Per/s;
D. Wechselstromlokomotive mit Einphasen-Reihenschluß-Kommutatormotoren, Fahrdrahtspannung 15 000 V, 16⅔ Per/s.

Die 16 wichtigen Forderungen, welche im Band 17 des Berichtes zur zweiten Weltkraftkonferenz für eine ideale elektrische Lokomotive aufgestellt wurden, sollen auch hier als Basis für den durchzuführenden Vergleich gelten.

Um für die Triebmotoren der Vergleichslokomotiven eine gerechte Bewertung zu ermöglichen, werden in der Zahlentafel 1 für dieselben Zahlenwerte angegeben, aus welchen hervorgeht, daß für jede der Lokomotiven A bis D die Motoren so individuell gewählt wurden, daß ihre jeweilig günstigen Baubedingungen zur Geltung kommen.

Zu dem Wechselstrommotor für 50 Per/s sei an dieser Stelle vorweggenommen, daß sich dessen Entwurf auf Erfahrungswerte stützt, welche an einem Probemotor für 300 kW gemacht wurden, den die Österreichischen Sie-

[1] Vgl. S 346.

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

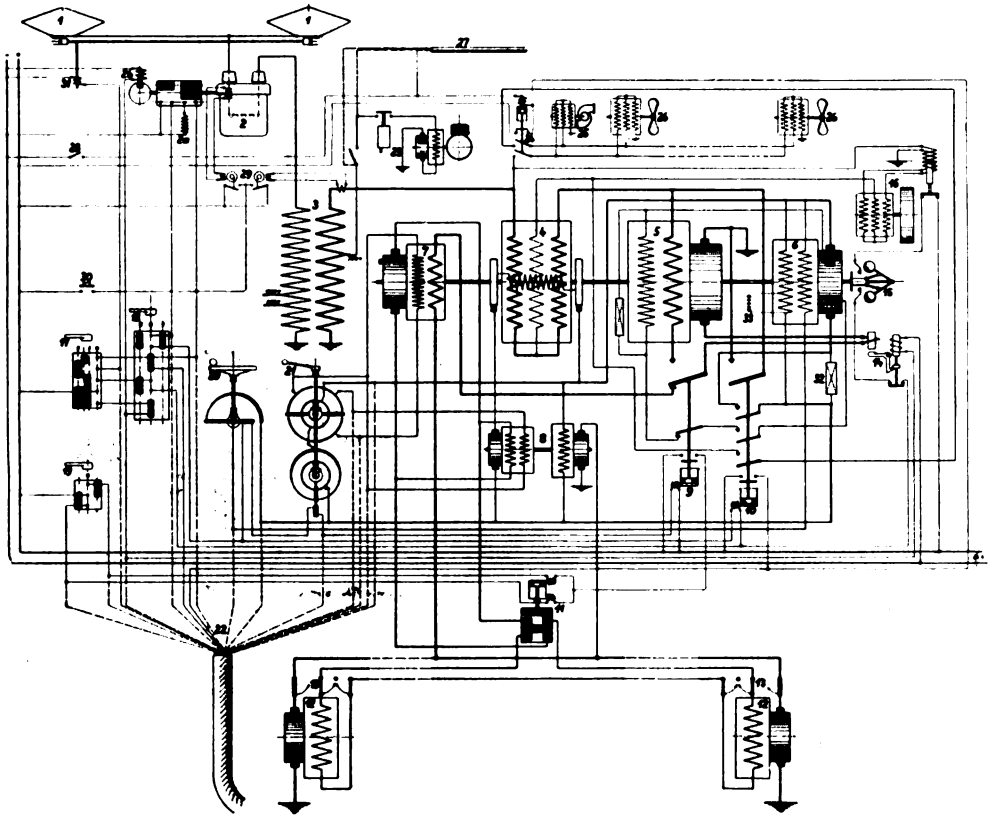
	Gleichstrommotor	Wechselstrommotor für $16^2/_3$ Hz	Wechselstrommotor für 50 Hz
Stundenleistung	417 PS	417 PS	417 PS
Stundendrehzahl	1200	1000	840
Klemmenspannung bei Stundenlast	600 V	392 V	175 V
Wirkungsgrad bei Stundenlast	92,5	89	84,5
Leistungsfaktor bei Stundenlast	1	0,965	0,91
Kommutatordurchmesser	440 mm	520 mm	650 mm
Kommutatorteilung	4,4 mm	4,3 mm	4,05 mm
Zahl der Bürstenbolzen	6	8	24
Bürstenübergangsfläche je Bolzen	17,6 cm²	20 cm²	16,2 cm²
transformat. Lamellenspannung bei Stundenstrom	0 V	2,87 V	3,25 V
maximale Kommutatorumfangsgeschwindigkeit	48,3 m/s (n = 2100)	47,5 m/s (n = 1750)	49,2 m/s (n = 1450)
Stromdichte unter den Bürsten	10,5 A/cm²	11,5 A/cm²	11,6 A/cm²
Maschinenluftspalt	5 mm	4 mm	2,5 mm
Gewichte ohne Zahnräder und Schutzkasten	2150 kg	2400 kg	2800 kg
Gewichte mit Zahnrädern und Schutzkasten	2800 kg	3100 kg	3500 kg

Das Anlaßschütz 9 und das Synchronschütz 10 stehen hierbei in der Stellung nach Abb. 3 a. Der Gleichstromgenerator läuft in dieser Schaltung als Einphasen-Reihenschlußmotor mit dem Synchronmotor 4 hoch. Der Synchronrelaismotor 16 holt den Synchronhauptmotor in der Drehzahl bei synchronem Lauf ein. Bei Parallellauf beider Synchronmotoren sinkt ihr Ausgleichstrom, das zum Motor 16 gehörige Relais gibt sodann den Impuls zur Umschaltung der Schützen 9 und 10 in die Stellung für synchronen Betrieb nach Abb. 3 b. Die Anlaufzeiten, welche sich bei dieser Anordnung erreichen lassen, liegen unter einer Minute.

Nach erfolgter Umschaltung auf synchronen Betrieb können

d) mittels des Schalters 28 die Hilfsbetriebe eingeschaltet werden.

e) Durch Stellung der Fahrtwender-Steuerwalze 19 auf „vor“ oder „rückwärts“ ist die Lokomotive fahrbereit.



1 Stromabnehmer
2 Ölschalter
2a Ölschalter-Auslösemagnet
2b Ölschalter-Entriegelungsmagnet
3 Transformator
4 Synchronmotor
5 Gleichstromgenerator
6 Erregermaschine
7 Triebmotor-Erregermaschine
8 Wattmeter-Maschinensatz
9 Anlaßschütz
10 Synchronschütz
11 Fahrtwender
12 Triebmotoren
13 Motortrennmesser
14 Maximalrelais im Gleichstromkreis
15 Fliehkraftschalter
16 Synchronrelaismotor mit Relais
17 Stromabnehmerwalze: I Tief II Hoch
18 Anlaßwalze: I Prüfstellung, II Betrieb
19 Fahrtwender-Steuerwalze
20 Fahrtregler
21 Feld- und Bremsregler
22 Steuerkabel zu Führerstand II
23 Kompressor mit Druckregler und Schalter
24 Hilfsbetriebe-Schütz
25 Ölpumpe
26 Ventilatoren
27 Hilfsbetriebe-Kabel zu Führerstand II
28 Hilfsbetriebe-Schalter
29 Maximalrelais für den Ölschalter
30 Ölschalter-„Aus“-Taste
31 Stromabnehmerventil
32 Entregungswiderstand zu 6
33 Vormagnetisierungsbatterie zu 6

Abb. 3. Schaltplan einer Umformerlokomotive mit synchronem Motorgenerator.

mens-Schuckertwerke im Jahre 1929 zum Studium der Stromwendung und Anfahrverhältnisse bauten. Dieser Motor (n = 1200 ··· 1800 U/min) ist bemerkenswert, da er aus einem 16poligen Motor so in einen 8poligen Spaltpolmotor übergeführt wurde, daß man die halben Wendepole wegließ. Die auf solche Art entstandene Pollücke ermöglichte es, den Anker zur Verminderung der Ankerfrequenz und Stromwendespannung mit einer 8poligen Schleifenwicklung mit vermehrter Lamellenzahl auszuführen, bei welcher die Verbinder für die Zwischenlamellen nicht zwischen Ankereisen und Ankerwelle, sondern an der Nutenöffnung hindurchgezogen werden konnten. Die Abb. 1 u. 2 zeigen den Versuchsmotor, dessen Stromwendung auf dem Prüfstande sehr befriedigte.

Die erste Forderung für die ideale elektrische Maschine schreibt vor, daß die Lokomotive nach Anlegen des Stromabnehmers rasch betriebsbereit sein soll.

Aus dem Schaltplan nach Abb. 3, welcher für eine Umformerlokomotive mit synchronem Motorgenerator gilt, ist zu ersehen, daß für die Inbetriebsetzung der Umformermaschine folgende Handgriffe notwendig sind:

a) Stellung der Stromabnehmerwalze 17 auf II „Bügel hoch“,

b) Einschalten des Ölschalters von Hand,

c) Stellung der Anlaßwalze 18 auf II „Betrieb“.

Für die Betriebsbereitschaft der Umformerlokomotive ist somit ein Handgriff mehr auszuführen als bei der Wechselstromlokomotive. Man kann daher sagen, daß die Umformerlokomotive der ersten Forderung für die ideale

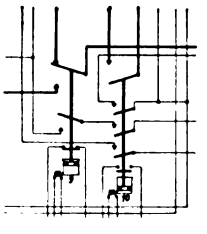


Abb. 3a. Stellung der Schütze 9 u. 10 auf „Anlauf“.

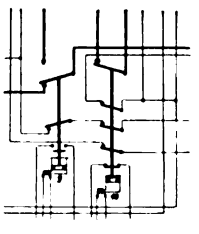


Abb. 3b. Stellung der Schütze 9 u. 10 auf „synchroner Betrieb“.

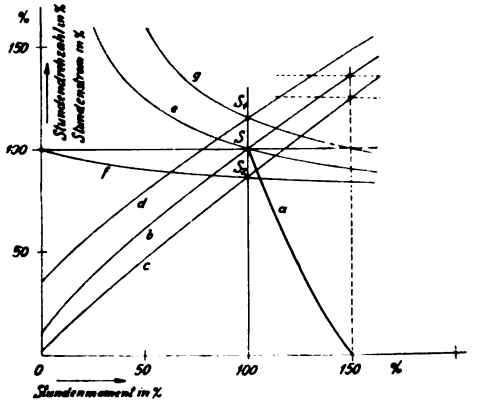
elektrische Lokomotive vollauf entspricht, die Wechselstromlokomotive mit Kommutatormotoren jedoch in diesem Belange im Vorteil ist.

Als zweite Forderung gilt, daß die Geschwindigkeit feinstufig bis zum Höchstwert geregelt und jede Ge-

Digitized by Google

schwindigkeit dauernd gehalten werden kann. Dieses Verlangen erfüllt die Umformermaschine besser, da bei ihr die Spannung der Triebmotoren nicht stufenweise, sondern stetig, ohne Unterbrechung des Motorstromes, geregelt wird.

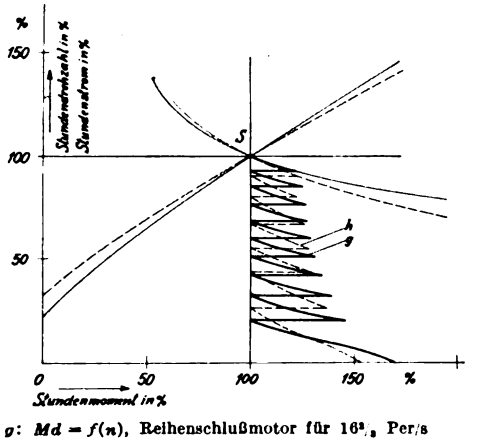
Bezüglich der dritten Forderung nach stetiger Regelung der Zugkraft insbesondere beim Anfahren, ist die Umformermaschine in wesentlichem Vorteil. Aus Abb. 4



Kurve *a*: $Md = f(n)$
Kurve *b*: $I = f(Md)$, volles Feld
Kurve *c*: $I = f(Md)$, Feldverstärkung
Kurve *d*: $I = f(Md)$, Feldschwächung
Kurve *e*: $n = f(Md)$, volles Feld, 100% *E*
Kurve *f*: $n = (Md)$, Feldverstärkung, 100 % *E*
Kurve *g*: $n = f(Md)$, Feldschwächung, 100 % *E*

Abb. 4. Triebmotoren der Umformerlokomotiven nach A und B, Anfahrmoment in Abhängigkeit vom Stundenstrom.

ist zu erkennen, daß die Zugkraft bei der Umformermaschine durch Verstellung des Fahrtreglers 20 nicht nur durch Änderung der Motorspannung im ganzen Regelbereich stetig (Kurve *a*) geändert werden kann, sondern vielmehr noch die weitere Möglichkeit besteht, die durch



Kurve *g*: $Md = f(n)$, Reihenschlußmotor für 16⅔ Per/s
„ *h*: $Md = f(n)$, Reihenschlußmotor für 50 Per/s
———: $I = f(Md)$, $n = f(Md)$, Reihenschlußmotor für 16⅔ Per/s
— — —: $I = f(Md)$, $n = f(Md)$, Reihenschlußmotor für 50 Per/s

Abb. 5. Triebmotoren der Wechselstromlokomotiven nach C und D, Anfahrmoment in Abhängigkeit vom Stundenstrom.

die Reihenschlußcharakteristik gegebene Abhängigkeit $I = f(Md)$ (Kurve *b*) zwischen Triebmotorenfeld und Ankerstrom zu verlassen. Durch Betätigung des Feldreglers 21 können große Anfahrzugkräfte mit geringeren Ankerströmen (siehe Kurve *c*) durch Feldverstärkung der Triebmotoren erreicht werden, wodurch sich der weitere Vorteil der geringeren Gleitmöglichkeit der Triebräder ergibt (vgl. die Kurven $n = f(Md)$ in Abb. 4). Der Entfall der transformatorischen Lamellenspannung der Triebmotoren befähigt diese, Züge mit großem Anhängegewicht bei gelösten mechanischen Bremsen längere Zeit hindurch auf Steigungen zu halten und sodann mit bestmöglicher Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes der Lokomotive anzufahren. In Abb. 5 wurde die Änderung der Zugkräfte durch Schützensteuerung, wie sie für Wechselstromlokomotiven mit Kommutatormotoren üblich ist, veranschaulicht, der Verlauf *g* gilt für die Lokomotive nach C für 16⅔ Per/s, der Linienzug *h* für die Lokomotive D für 50 Per/s.

Die Forderung 4, welche große Zugkräfte bei kleiner Geschwindigkeit wie auch umgekehrt kleine Zugkraft bei hoher Geschwindigkeit vorsieht, eröffnet der Umformerlokomotive für hohe Geschwindigkeiten einen größeren Freiheitsgrad, da bei höchster Motorspannung durch Feldschwächung der Triebmotoren (s. Abb. 4, Kurve *d*) mittels des Feldreglers 21 noch eine weitere Drehzahlsteigerung möglich ist.

Zum Vergleiche der Forderung 5 für die Maschinen A, B, C und D, welche mit wachsender Last ein selbsttätiges Nachlassen der Geschwindigkeiten verlangt, werden in Abb. 6 für den Gleichstrommotor, in Abb. 7 für den Reihenschlußmotor für 16⅔ Per/s und in Abb. 8 für jenen für 50 Per/s die Drehzahlkurven gezeigt.

Die Forderung 6, welche eine verlustlose Geschwindigkeitsregelung ohne Anlaßwiderstände empfiehlt, gibt für die Vergleichslokomotiven keinen Unterschied.

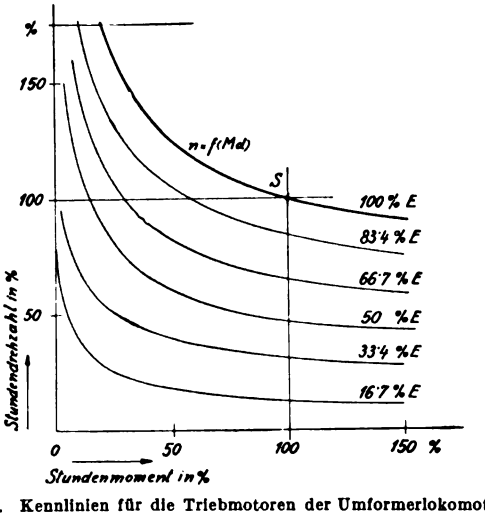


Abb. 6. Kennlinien für die Triebmotoren der Umformerlokomotiven nach A und B.

Nach Forderung 7 soll der Wirkungsgrad einer Lokomotive hoch sein, die Verluste sollen auch bei Leerlauf gering sein. In Zahlentafel 2 wurden für Voll- und Teillasten die Wirkungsgrade der Lokomotiven nach A, B, C und D einander gegenübergestellt.

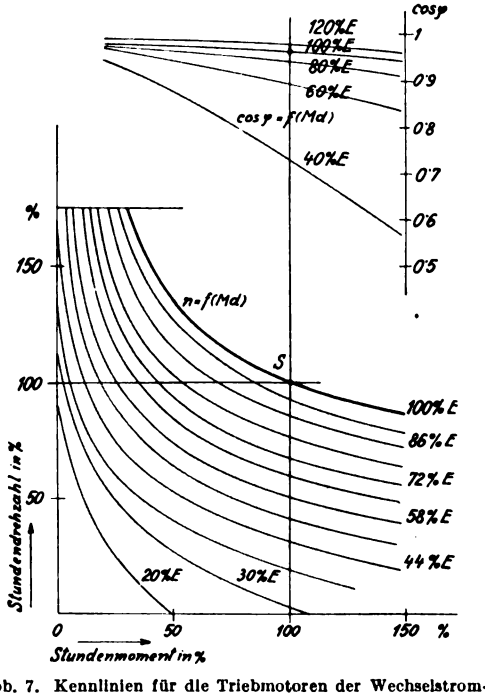


Abb. 7. Kennlinien für die Triebmotoren der Wechselstromlokomotive nach D.

Aus der Zahlentafel ist zu entnehmen, daß der Unterschied in den Wirkungsgraden nicht sehr groß ist. Wenn man berücksichtigt, daß sich schon jetzt das Bestreben geltend macht, bei vollem Ausbau von Landesbahnnetzen diese nicht mehr aus bahneigenen Kraftwerken zu ver-

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Wirkungsgrade in Prozenten bei Stundendrehzahl und veränderlichem Drehmoment.

		4/4	3/4	2/4 Last
A	Umformerlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s mit Lok.-Transf.	81,4	80,7	79,4
	Umformerlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s ohne Lok.-Transf.	83	81,8	80
B	Umformerlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s mit Lok.-Transf.	79,8	79	77,8
	Umformerlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s ohne Lok.-Transf.	82,2	81,2	79,9
C	Wechselstromlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s mit Lok.-Transf.	85,2	85	84,5
D	Wechselstromlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s mit Lok.-Transf.	82,2	82	79,5

Wirkungsgrade in Prozenten bei Stundendrehmoment und veränderlicher Drehzahl.

		4/4	3/4	2/4 Last
A	Umformerlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s mit Lok.-Transf.	81,4	77,5	72
	Umformerlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s ohne Lok.-Transf.	83	79	73
B	Umformerlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s mit Lok.-Transf.	79,8	77	73
	Umformerlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s ohne Lok.-Transf.	82,2	78,4	73,5
C	Wechselstromlokomotive C_0+C_0, 16 2/3 Per/s mit Lok.-Transf.	85,2	84,2	81,5
D	Wechselstromlokomotive C_0+C_0, 50 Per/s mit Lok.-Transf.	82,2	81,5	76,5

sorgen, sondern an bestehende Landessammelschienen anzuschließen[2], so werden für den Betrieb von Bahnnetzen mit niederfrequentem Wechselstrom Unterwerke notwendig, in welchen der Industriestrom von 50 Per/s in Bahnstrom von 16⅔ Per/s umgeformt werden muß. Die in den Unterwerken auf die Frequenzumformung entfallenden Verluste wären auf die Lokomotiven nach C und D in Zahlentafel 2 zur Verschlechterung ihres Wirkungsgrades noch aufzuteilen. Erwägt man des weiteren den Umstand, daß bei der Wechselstromlokomotive mit Kommutatormotoren durch die Abweichung des Leistungsfaktors von der Einheit die hierdurch unvermeidlichen Wirkverluste im Fahrdraht, Transformator des Unterwerks und dem Muttergenerator für die Wirkungsgradbestimmung noch miteinzurechnen wären, bei der Umformermaschine

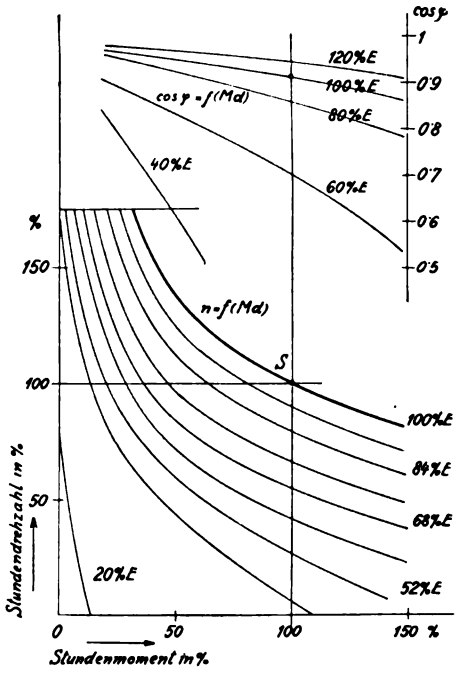


Abb. 8. Kennlinien für die Triebmotoren der Wechselstromlokomotive nach C.

hingegen das Mittel der Nutzbremsung zur Verbesserung des Wirkungsgrades zur Verfügung steht, so wird die Verlustbilanz kaum zu Ungunsten der Umformermaschine ausfallen. *(Schluß folgt.)*

[2] Graner, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 322 u. 346 (1931)

Vereinfachte Werkzeuge und Arbeitsverfahren im Elektro-Installationsgewerbe*.

Von Obering. **Paul Schickhardt**, Berlin.

Übersicht. Der Vortrag sollte die Wechselwirkung zwischen Installation und Werkzeug zeigen, dessen erschwerte Beschaffung und Unterhaltung zum Bruch mit veralteten Verfahren zwangen. Handliche Maschinen liefern Qualitätsarbeit und ermöglichen zusammen mit neuen Werkstoffen eine Senkung der Preise für Licht- und Kraftanlagen.

Vielseitige Verwendbarkeit von Werkstattmaschinen.

Die Verleihung der Konzession bedingt eine Werkstätte. Sie wird enthalten: Bohrmaschine, Drehbank, Schleifscheibe und Esseventilator. Bekannt ist die vielseitige Verwendbarkeit der Bohrmaschine, die häufig den Monteur begleitet. Bevorzugt wird die „Lichtleitungsmaschine"; der Name kommt aus Holland und besagt, daß sie im gleichen Spannungsbereich an Wechsel- wie an Gleichstrom arbeitet. Wird eine 220 V-Maschine gewählt, so ist sie notfalls bei verminderter Leistung im 120 V-Netz zu gebrauchen. Sie bohrt in Stahl Löcher bis 10, in Stein bis 25 mm. Zwangläufige Erdung verhindern meist die normalen Wandsteckdosen. Im Gleichstromnetz leistet dieselbe Type mehr als im Wechselstromnetz. Sie stört den Rundfunk weniger, seit Ankerschaltung die Magnete als symmetrische Drosseln nützt. Ein Griff spannt die Handbohrmaschine im Bohrständer fest (Abb. 1). Horizontal in einem Sattel gelagert, treibt sie über eine Übersetzung ins Schnelle ein Schleifscheibchen an, das auf Montage die Widiaschneiden der Bohrer nachschleift (Abb. 2). In der Werkstatt wird gern ein Naßschleifstein zum Schärfen gebraucht, bei dem die Gefahr des „Auslaufens" von Werkzeug gering ist. Ein Motor treibt Drehbank wie Schleifstein. Es muß kein Anwurfmotor sein, der seit Jahren bekannt ist und sich jetzt als Notnagel empfiehlt. Für geringen Mehrpreis laufen kommutatorlose Einphasenmotoren mit Hilfsphase oder Kondensator allein an.

Abb. 1. Bohrmaschine, vertikal.

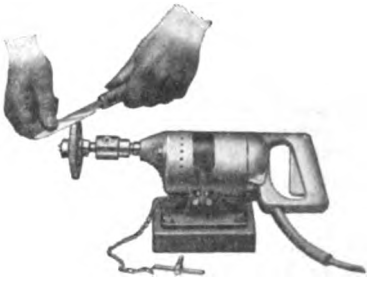


Abb. 2. Bohrmaschine, horizontal.

Bessere Bohrer für alle Werkstoffe.

Der beste Bohrer ist der billigste, und über seine Preiswürdigkeit entscheidet seine Leistung. Für Installateure, die nicht Maschinenschlosser sind, sei aus der

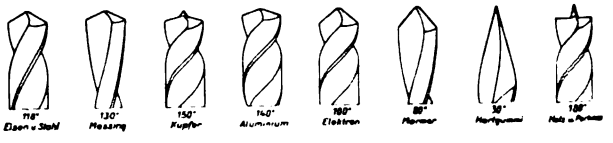


Abb. 3. Bohrerformen.

* Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 17. I. 1933.

Digitized by Google

Praxis wiederholt: 1. Um Metalle zu bohren, übertrifft der Spiral- den Flach- und Spitzbohrer. 2. Gute Spiralbohrer sind nach dem Schaft zu um Bruchteile eines Millimeters verjüngt. 3. Sparen heißt: Für kurzes Loch den kurzen Bohrer, für tiefes nur den langen. 4. Axiales Spiel der Bohrspindel bedeutet Bohrerbruch. Die für jeden Werkstoff vorteilhafte Schnittgeschwindigkeit wird der Fabrikationsingenieur kennen, die Bohrerform muß auch dem Installateur bekannt sein (vgl. Abb. 3).

Drehbank und Drehstähle.

Verbesserungen im Bau von Drehbänken, wie sie z. B. die neue Einheitsdrehbank zeigt, raten, sich beim Kauf an eine gute Fabrik zu wenden und nicht Ramsch zu erwerben. Nur der Spezialist vermag Bett, Spindel und Reitstock auf Material und starren Bau zu beurteilen. Die Spitzenweite sei 1000, die Spitzenhöhe 250 mm; drei Geschwindigkeiten reichen für die Dreharbeit in der Reparaturwerkstätte aus. Gekröpfte Wanne, eine zum Abdrehen von Kommutatoren erforderliche Zugspindel, eine hohle Hauptspindel bieten Vorteile. Gleich der Güte der Bank verdient der verbesserte Drehstahl Beachtung. Es ist schwer, Schroppstähle auszuschmieden, nachzufeilen, zu härten. Ein neuzeitlicher Dreh-Chromstahl-Halter mit einem Messer aus Wolframkarbid (Abb. 4) enthebt vom

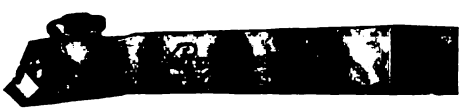


Abb. 4. Drehstahlhalter.

Schmieden und Härten. Das Messer ist mittels Schnecke in der Höhe verstellbar und macht die lästigen Unterlagen entbehrlich. Es ist einfach nachzuschleifen, kann im Rechts- wie Linkshalter arbeiten, die ein solcher für Abstechstähle ergänzt. So vorzüglich diese Drehstähle sind, der Diamant übertrifft sie. Er dreht ohne jede Nacharbeit den Kommutator fertig und schafft eine gute, hochpolierte Oberfläche. Viele Versuche waren nötig, bis im Kugelsitz die zuverlässige Lagerung des Edelsteins gefunden war. Die Auswahl der Diamanten: Karbone, Ballasse, Borts, ist Sache der Spezialfirma, die nach zweckdienlichen Angaben den geeigneten Stein liefert.

Schließlich sei für die Werkstatt ein Elektrogebläse mit Handgriff empfohlen, das ausziehbar unter der Esse befestigt ist. Es kann zum Entstauben, Trocknen und Härten Verwendung finden. Mit einem Gummimundstück kann man dicht an Wicklungen und an Strom führende Teile herankommen.

Dübeln mit Bohrmaschine; Erfolge in Stein und Beton.

Unausrottbar scheint das Dübeln mit Gips, obgleich Stopp-, Rall-, Sabo-, Prestag-, Niedaxdübel u. a. ohne Schmutzerei festhalten. Von den Spreizdübeln (Abb. 5)

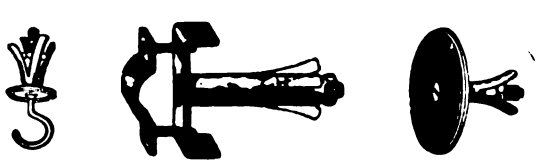


Abb. 5. Spreizdübel.

sind diejenigen wirtschaftlich überlegen, deren Dübelloch gleich ihrer Länge, nicht gleich der 1½fachen zu bohren ist. Empfiehlt den einen Dübel noch größere Spreizwirkung, so erschwert die Auswahl der Bohrer die Ver-

Abb. 6. Spreiz-Bleidübel.

wendung des anderen. Ein Dübel kam vor kurzem auf den Markt, dessen Hülse meißelartig geschärft ist und der mit einem Hammer getrieben wird. Ihn in schwache, harte Wand einzuhauen, ist nicht ratsam; das Ausräumen des anfallenden Steingerölls ist mühsam. Die letzte Neuheit ist ein Spreizdübel, dessen Konusmutter gevierteilt die sich spreizenden Flügel bildet (Abb. 6). Es schrumpfen dadurch Schraube, Konusmutter und Dübel in zwei Teile zusammen. Ein Vorteil besteht in der Verwendung normaler Holzschrauben. Diese vereinfachten Dübel kosten die Hälfte bisher bekannter Typen. Wenige Dübellöcher nur, ein einzelner Durchbruch können von Hand geschlagen werden. Das bei der Drehbank erwähnte System des einen Halters für viele Stähle ist hier wiederholt. Zehn verschiedene Steinbohrer erspart die Schlaghülse mit 10 Vorsteck-Chromstählen.

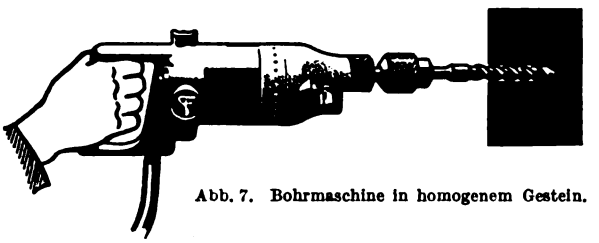


Abb. 7. Bohrmaschine in homogenem Gestein.

Meist sind 10 mm-Löcher für Dübel zu bohren und Durchbrüche für 16er bis 36er Rohre zu fertigen. Dabei leistet die Elektrobohrmaschine (Abb. 7) Erstaunliches. Für homogene Steinart benutzt man Widia-Spiralbohrer, für Beton Bohrer mit löffelartiger Widiaschneide. Letztere haben zum Herausbefördern des Bohrgrießes eine Schnecke oder auch Spirale. Vier verschiedene Firmen liefern heute diese Bohrer (Abb. 8); der Preis beträgt

Abb. 8. Bohrer mit Widiaschneide.

z. B. für einen 10 mm-Bohrer 15 RM. Dem Widiametall soll übrigens in einer neuen Kobalt-Chrom-Wolfram-Legierung ein die Preise regelnder Rivale entstehen. Stößt nun der Mauerbohrer in Beton auf einen glasharten Kiesel, so wird die Bohrarbeit unterbrochen. Ein Schlag mit der sternartigen, 6fachen Schneide aus Chrom-Vanadium-Stahl eines Mauerbohrers (Abb. 9) zertrümmert den

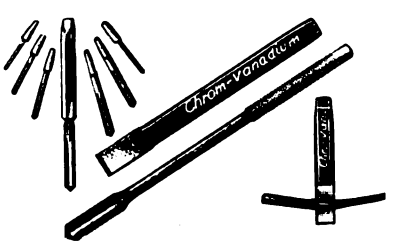


Abb. 9. Ein Halter für viele Bohrer (links), Mauerbohrer (Mitte), Meißel durchschlägt kalt Flacheisen 40 · 12 mm.

Kiesel, die Bohrarbeit geht maschinell weiter. So durchbohrt z. B. der 16 mm-Spiralbohrer den 120 mm breiten harten Ziegelstein in 6 s. Ein 10 mm-Bohrer fertigte in Kunststein in der gleichen Zeit ein 55 mm tiefes Loch und benötigte 24 s für ein Loch von 120 mm Tiefe. Das maschinelle Bohren in Stein oder Beton bedeutet also Ersparnisse an Lohn und Werkzeug. Es bedeutet darüber hinaus Qualitätsarbeit und schont den Bau, den die Schlagarbeit verwüstete.

Maschinelles Nuten für Rohrverlegung unter Putz.

Bei den ersten Versuchen wurden die Nuten gefräst. Die Lebensdauer des Fräsers war kurz, die Staubentwicklung groß. Dann schnitt man mit der Schlitzsäge, angetrieben durch biegsame Welle wie der Fräser, zwei Rillen, deren Zwischenkamm von Hand auszumeißeln war. Die Staubentwicklung war nicht geringer. Die neue Meißelmaschine fertigt Schlitze, indem ihre freischwingenden Meißel mit 4800 Schlägen in der Minute die Nute aushacken (Abb. 10 und 11). Die Arbeit kommt der des Steinmetzen mit der Spitzhacke am nächsten. Als An-

Digitized by Google

trieb dient auch hier die biegsame Welle, die ein tragbarer Benzin- oder Elektromotor in Drehung setzt. Die Leistung ist hoch. Eine Nute für 16 mm-Rohr wurde in hartem Ziegelstein in 5 min/m hergestellt; die Staubentwicklung war erträglich.

Abb. 10. Meißelmaschine.

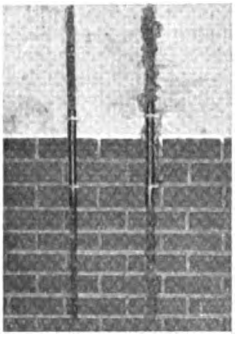


Abb. 11. Nute links maschinell, rechts von Hand gefertigt.

Zwei Hände als Werkzeug für Verlegung von Isolierrohr und Rohrdraht auf und unter Putz.

Die Verlegung der Leitungen unter Putz ist heute das Gegebene. Gummirohr hat sich bewährt. Seine Armierung durch eine Schutzspirale versteift es und wahrt den lichten Querschnitt auch in Krümmungen. Die Isolierrohrverlegung unter Putz von Rohr mit verbleitem Mantel war eine merkwürdige Sache. Der angeblich erreichte Nagelschutz ist ein schlechter Witz; die Biegezangen, Dosenlocher, Stangenkitt usw. sind Ballast. Mit dem Aufkommen des Rohrdrahtes ging die Verlegung von verbleitem Rohr auf Putz zurück. Was sollte die doppelte Verlegung von Rohr und Draht, wenn Rohrdraht sich so viel einfacher verlegte. Noch waren für Rohrdrahtverlegung Geraderichter und Biegezange nötig. Da kam der gerillte Rohrdraht auf den Markt, der ohne Werkzeug verlegt wird, und was liegt heute näher, als solchen Rohrdraht unter Putz zu verlegen! Die Forderung der Auswechselbarkeit der Drähte in ihrer Schutzhülle ist veraltet. Wann und wo sind gutverlegte Leitungen in nennenswertem Maße ausgewechselt worden? Ein Versuch in nicht zu kleinem Ausmaß ist das Mindeste, was man schleunigst durchführen sollte. Bleirohre aus dem Jahre 1546 in Mergentheim im Schwabenlande haben sich bis heute gut erhalten. Bleirohre für Wasser liegen überall im Putz, und die Mörtel aus Kalk und Zement haben ihnen wenig Schaden getan. War denn der verbleite Mantel von Isolierrohr unter Putz, den z. B. die Ampèrewerke als für Schutzschaltung geeignet empfehlen, nicht ebenso gefährdet wie es heute die verbleite Eisenhülle des Rohrdrahtes sein könnte? Wenn ihn Korrosion zerstörte, ist das verbleibende Papierrohr kein besserer Schutz für die Leitungsadern, als es die innig umpreßte Bitumenhülle des Rohrdrahtes ist. Rohrdrahtverlegung unter Putz spart Lohn und Werkzeug und enthebt vom Schlitze-Meißeln. Putz trägt 15 mm auf, er bedeckt Rohrdraht zwei- und dreiadrig-flach genügend. Wie einfach und billig wird solche Installation sein!

Neuartige Installationsverfahren erübrigen den Werkzeugpark für Stahlpanzerrohr.

Hätte nicht die Verlegung von isoliertem Stahlpanzerrohr ohnehin aufgehört, die Unterhaltungskosten des nötigen Werkzeugs mahnten dazu. Kabel und kabelähnliche Leitungen verlegen sich einfacher. Die roher Gewalt ausgesetzte Stelle schützt ein übergeschobenes Rohr zuverlässig. Feile, Säge, Schneidekluppe, Biegevorrichtung und Rohrschraubstock fallen weg. Das Stahlpanzerrohr mit Innenisolation unter Putz war häufig Grund zu erheblichen Störungen. Jedes dünnwandige, nur überlappte Rohr läßt sich — Innen- und Außenlackierung vorausgesetzt — unter Putz verlegen. Um seine Festigkeit in Eisenbetondecken zu erhöhen, dient ein fetter Zementmörtel. Versuche ergaben, daß bei gehärteter Zementmelasse die innere Wand überlappter Rohre trocken war, und daß künstlich eingebrachte Flüssigkeit beim normalen Austrocknen der Decke verdunstete. Der Ersparung von Werkzeug und der Vereinfachung der Installation dient der Vorschlag, auf Gewinde zu verzichten und die Rohre durch federnde, stramm aufgeschobene Muffen zu verbinden, die genügenden Kontakt bei Schutzschaltung des Rohrnetzes ergeben. Neben Bogen macht Metallschlauch jede Biegevorrichtung unnötig; Glaspapier schrubbt die satt aufeinander gepreßten Rohrwände metallisch rein, die im schutzgeschalteten Netz 0,02 A führen. Der Preisunterschied zwischen isoliertem Stahlpanzerrohr und nacktem Rohr ist infolge geringerer Rohrweite des letzteren bekannt und wächst mit vereinfachter Installation.

Erhöhte Sicherheit bringt die Verwendung von Trigumleitung. Sie stellt, konstruktiv gesehen, dasselbe dar wie Gummischlauchleitung mit einer Ader. Sie vermeidet Baumwollband und -beflechtung und verwendet als äußeren Schutz eine besonders zähe Gummihaut. Wenn es zutrifft, daß sie preisgleich mit NGA-Leitung ist, wird sie viel Verwendung finden. — Um den Einwand zu entkräften, daß die vereinfachte Installation Schwarzarbeiter züchte, kann anderseits doch kein Fachmann den bitteren Rat erteilen, Schwarzarbeit durch verwickelte, viel Werkzeug erfordernde Installationsverfahren zu unterbinden.

Werkzeug für Draht- und Kabelendverschlüsse.

Mehrfachadern sind vor dem Unterklemmen zu verlöten oder sonstwie zu einem Ganzen zu vereinen. In der Werkstatt wird diese Vorschrift erfüllt durch Tauchen in Zinn oder Aufklemmen von Kontaktösen. Auf Montage leisten das Spirituslämpchen und Harzdraht gute Dienste. Auf das Abisolieren von Leitungsenden und das Abbinden der Schutzhülle wird wenig Sorgfalt verwendet, obgleich Abisolierwerkzeuge bekannt sind und neben Gummiendtüllen der Isolierklebefaden sich einführt. Eine Abisolierzange (Abb. 12) verdient ob genialer Bauart Beachtung: Beim Zusammendrücken der Zangenhebel wird das Kabelende erst festgeklemmt, dann die Isolation abgetrennt, und die letzte Phase des Schließens streift die abgelöste Isolation von der Kupferseele. Um stärkere Mehrfachkabel anzuschuhen, ist die Befestigung mittels Schraube und Bratze oder durch konzentrische Klemmen einfacher als das Löten (Abb. 13).

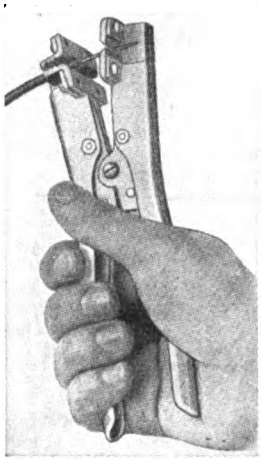


Abb. 12. Abisolierzange.

Gummibleikabel werden mit Gummimuffen abgeschlossen. Papierbleikabel schützt man meist mit Vergußmasse gegen das Eindringen von Feuchtigkeit. Der Vergußraum wurde kleiner, die Verbindungsklemmen bleiben unvergossen und prüfbar. Überall aber, wo Verqualmung eines Endverschlusses mit Masse eine Panik bedeutete, werden jetzt Ein- wie Dreileiterkabel mit Lackband und Isolierlacklösung oder durch besonders präparierte Schläuche abgedichtet. Da wir beim Kabel sind, sei auf eine Werkzeug sparende Kabelaufhängung hingewiesen (Abb. 14). Eine praktisch ausgebildete Schelle, die keinen verlierbaren Teil besitzt, wird gleichzeitig mit dem Kabel aufgebracht oder gelöst. Ein Schraubenschlüssel dient für alle Querschnitte mit derselben leicht zugänglichen Kopfschraube.

Abb. 13. Neuartiger Kabelschuh.

Den Rekord in der Minderung an Werkzeug bedeutet bei der Kreuzung von Straßen durch Kabel die Nutzung des Stoßbohrers. Eine fahrbare Druckluftanlage durchstößt mittels einer Schubstange 1 ··· 1½ m unter der Straßendecke den Damm. Beim Zurücknehmen der Schub-

Digitized by Google

stange zieht diese ein Rohr hinter sich her, durch welches das Kabel verlegt wird. Ein Dutzend Grabpickel, Schaufeln, Betonmisch- und Asphaltgerät werden durch dieses Verfahren erspart. Es hindert den Verkehr nicht und schützt vor Nacharbeiten bei späterem Einsinken selbst sorgfältig eben eingefüllter Ausschachtungen.

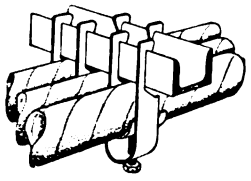


Abb. 14. Kabelaufhängung.

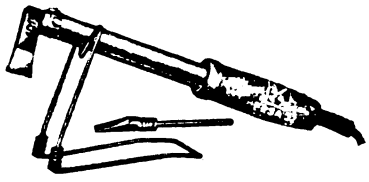


Abb. 15. Elektro-Lötkolben.

Vereinfachtes Elektrolötgerät und ein Werkzeug für alle Lüsterklemmen.

Während der Lötkolben (Abb. 15) verbilligt und leistungsfähiger wurde, sein Heizelement sich leicht wie die Kupferspitze auswechseln läßt, werden jetzt Zinnschmelzpfannen (Abb. 16) mit Temperaturregler hergestellt. —

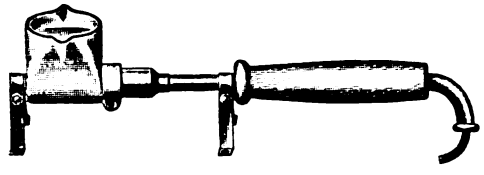


Abb. 16. Zinnschmelzpfanne.

Werden die kleinen Madenschrauben an Lüsterklemmen durch Schrauben ersetzt, deren geänderter Kopf aus Isolierstoff besteht, so genügen zwei Finger als alleiniges Werkzeug (Abb. 17). Die gefährliche Nähe guter Erde durch den Gasrohrstutzen bedeutet für den Monteur u. U. Stromdurchgang über den Schraubenzieher hinweg durch seinen Körper, u. zw. durch die empfindlichen Herzkammern. Die neue Lüsterklemme hat unverlierbare Schrauben und gibt für 5 Pf Mehrpreis erhöhte Sicherheit. Der Stromkreis in ihr ist durch Aufeinanderlegen der Leitungen leicht zu prüfen, ihre ovale Stromschiene gewährleistet selbst im Falle unverlöteter mehradriger Drähte guten Kontakt.

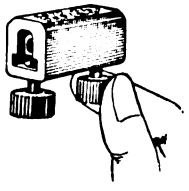


Abb. 17. Lüsterklemme mit Berührungschutz.

Zahlenmarken auf Leitungsdrähten ersparen das Längenmeßgerät.

Ohne Mehrpreis tragen Guroleitungen und NRA-Rohrdrähte Längenmarken, bezeichnen rote Kerben auf andern Fabrikaten die vollen Meter. Bahnbrechend weisen die De-Te-We-Gummiaderdrähte, rot wie schwarz, in weißen Zahlen die Längen bis 100 m. Bei der Inventur und Verrechnung von Resten ist diese Neuerung, die bald allgemein eingeführt sein wird, eine große Erleichterung.

Verpackung und Beförderung.

3 m lange Isolierrohre sind schwerer zu verpacken und schlechter zu befördern als Gummirohr oder Rohrdraht, dessen gerillte Type den kleinsten Ring ergibt. Ein Postpaket von 102 m Gummirohr reicht für die gleiche Installation, zu der 34 Rohrstangen von je 3 m Länge nötig waren. Zu beiden Sendungen gehören 200 m NGA-Draht, ein Nachteil, den der Rohrdraht nicht kennt. In der Stadt- und Straßenbahn sowie in der U-Bahn beförderte der Monteur Isolierrohre, indem er sie in 1,50 m lange Stücke schnitt, die zu einem Mehr an Arbeit, Verbindungen und Muffen zwingen. — Man nehme zur klugen Verpackung, zur erleichterten Beförderung des Materials an Stelle der sperrigen Werkzeugkiste die einfache Ledertasche, gefüllt nach vorstehenden Rezepten, und findet Befriedigung und Erfolg trotz oder wegen der Sparmaßnahmen.

Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe.

Von Ing. Georg v. Gönczy, Budapest.

Übersicht. Nach kurzer Behandlung der Bedeutung der Schwingungen sowie der dieselben verursachenden und ihre Größe beeinflussenden Faktoren wird der Fall einer 36 000 kVA-Turbogruppe im städtischen Großkraftwerk Budapest behandelt. Die mit dem Vibrographen von Ganz & Co., Budapest, in unerregtem und erregtem Zustande des Generators sowie bei verschiedenen Drehzahlen der Gruppe, auch bei geänderter Elastizität des Systems und endlich bei Stillstand vorgenommenen Messungen werden beschrieben. Auf Grund der Meßergebnisse wurde die Grundplatte des turbinenseitigen Generator-Lagerbockes mit einer steiferen ausgetauscht, wodurch die vollkommene Beseitigung der Schwingungen gelungen ist.

Überall, wo sich drehende oder hin und her bewegende Massen wirken, treten Vibrationen auf; diese sind mit dem maschinellen Betrieb fast unvermeidlich verknüpft, pflanzen sich sogar durch die Luft in Form von akustischen Schwingungen fort und rufen manchmal durch die auftretende Resonanz ganz überraschende Erscheinungen hervor. Diese Schwingungen wechseln von kaum fühlbaren bis zu solchen von zerstörender Wirkung und verursachen, abgesehen von der physiologischen Einwirkung, eine oft sehr bedeutende zusätzliche Beanspruchung[1] der Baustoffe der Maschinen. Ganz hervorragende Bedeutung gewannen diese Schwingungen im Laufe des letzten Jahrzehnts, wo Maschineneinheiten gebaut wurden, deren Leistung und dementsprechend Umfangsgeschwindigkeit und Gewicht (vorzugsweise in der elektrischen Kraftversorgung) das Mehrfache der früher in Betrieb gehaltenen Einheiten beträgt.

Der eigentliche Ursprung der auftretenden Schwingungen liegt meistens im unvollkommenen Massenausgleich der rotierenden Teile, oft nur in einem Montagefehler. Ein häufig vorkommendes Beispiel hierfür bieten die Kupplungsfehler, insbesondere bei festen Kupplungen (Nichtaxialität, Winkelstand der gekoppelten Wellen), ähnlicherweise kann aber auch eine Ungenauigkeit der Bearbeitung, wie z. B. Unrundsein des Wellenzapfens u. dgl. zugrunde liegen.

Was nun die Größe der tatsächlich entstehenden Schwingungen betrifft, sind außer den obenerwähnten Faktoren hauptsächlich die mechanischen Eigenschaften der angewendeten Konstruktion, wie deren Steifheit und das Verhältnis der Eigenschwingungszahl zur Frequenz der erregenden Kräfte, maßgebend.

Im Bestreben, die störend wirkenden Schwingungen zu vermindern, gelangt man oft zur Erkenntnis, daß trotz sorgfältiger Auswuchtung des Rotors und peinlichster Genauigkeit in der nachträglichen Bearbeitung der als fehlerhaft vermuteten Bestandteile (Kupplungscheiben, Lagerschalen, Wellenzapfen usw.) und beim Montieren, nach dem Wiederinbetriebsetzen der Maschine die Vibrationen nur geringfügig oder überhaupt nicht abgenommen haben. Ein weiteres Experimentieren in dem vorherigen Sinne wäre zwecklos, denn die Größenordnung des Fehlers, welcher genügt, um bei den gegebenen Verhältnissen die zur Schwingungserregung nötigen Kräfte hervorzurufen, liegt offenbar unterhalb der Genauigkeitsgrenze der angewendeten Werkstattstechnik. In solchen Fällen führt eine weitere Untersuchung zur Feststellung von Resonanzerscheinungen, die manchmal nur schwer und kostspielig zu beseitigen sind.

Ein ähnlicher Fall wurde im Jahre 1929 in dem Großkraftwerk der städtischen Elektrizitätswerke Budapest beobachtet. Die vor kurzem in Betrieb gesetzte 36 000-kVA-Turbogruppe — bestehend aus Mitteldruck-, Niederdruckturbine und einem vierpoligen 50 Per/s-Turbogenera-

[1] J. Geiger, Mechanische Schwingungen u. ihre Messung, S. 133 bis 135. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

Digitized by Google

tor — geriet beim Erreichen der vollen Drehzahl in sehr starke Schwingungen, die eine Gefährdung der Maschine bei Dauerbetrieb befürchten ließen. Die Schwingungen betrugen nach der subjektiven Beobachtung der Monteure und des Betriebspersonals angeblich mehrere Millimeter.

Bei der ersten mit Meßinstrumenten (Vibrometer) durchgeführten Untersuchung der Maschinengruppe konnte folgendes festgestellt werden:

Der Stator des Generators war fast ganz ruhig, die Schildplatten vibrierten nur gering (0,01 ··· 0,015 mm), ebenso der äußere Blechmantel der Nieder- und Mitteldruckturbine; am Lagerbock des Generators, an der Erregerseite und an den beiden Turbinenlagerböcken blieben die maximalen Ausschläge unterhalb 0,02 ··· 0,025 mm.

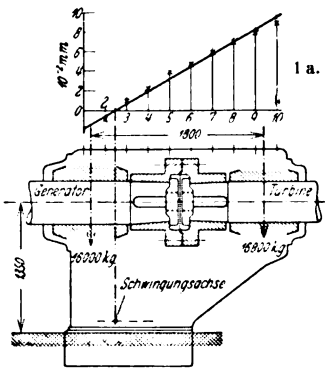


Abb. 1. Schwingungsamplituden bei verschiedenen Drehzahlen des Satzes.

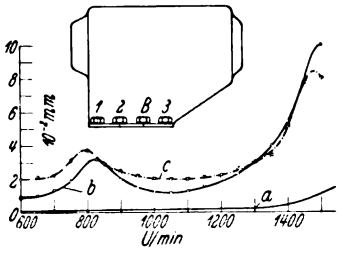


Abb. 2. Kupplungslager und Darstellung eines Schwingungszustandes.

Anders stand es mit dem gemeinsamen Lagerbock bzw. mit der eingebauten festen Kupplung zwischen Generator und Turbine. Die hier gemessene maximale Amplitude betrug ungefähr 0,1 ··· 0,15 mm, was bei der gegebenen Periodenzahl allerdings sehr beträchtlich ist. Die Richtung dieser Schwingung war parallel zur Achse; die in der Horizontalebene vertikal zur Achse gemessene Amplitude blieb unterhalb 0,01 mm. Die Abb. 1 zeigt die schematische Darstellung des Kupplungslagers. Während des Betriebes hat sich das Lager sehr stark erwärmt. Es sei noch bemerkt, daß die axiale Bewegung der Welle unterhalb 0,02 mm blieb. Sie wurde einerseits am Kammlager der Turbine, anderseits am freien Wellenende des Generators an der Erregerseite geprüft.

Eine eingehendere Untersuchung der Bewegungsgesetze des Lagerbocks bei 1500 U/min zeigte folgendes:

Auf dem Deckel des Bocks, parallel zur Achse, wurden in gleichen Abständen die Schwingungen in den drei Hauptrichtungen gemessen. Die Schwingungen in der Horizontalebene blieben, unabhängig von der Meßstelle, gleich groß (senkrecht zur Achse 0,01 mm, parallel zu ihr 0,1 mm). Das Verhalten der Schwingungen in der vertikalen Richtung zeigt die Abb. 1 a. Aus den Ergebnissen ist sofort ersichtlich, daß der Bock eine sozusagen nickende Bewegung um die in Abb. 1 angedeutete scheinbare Achse ausführte, welche aus den obigen Meßresultaten mit graphischem Verfahren einfach ermittelt werden konnte.

Zur Trennung der verschiedenen Möglichkeiten wurde folgenderweise verfahren:

Da der Grund für die Erscheinung auch elektrischen Ursprungs sein konnte, wurde nun der Generator erregt und dann die Belastung der Maschinengruppe bei gleichbleibender Umdrehungszahl (1500 U/min) vom Leerlauf allmählich gesteigert und gleichzeitig die Amplitude der Lagerbockschwingungen in den drei Hauptrichtungen gemessen. Der Versuch zeigte, daß die Vibrationen mit oder ohne Erregung gleich groß blieben und auch mit zunehmender Belastung sich kaum änderten.

Ob es sich um irgendeinen Wuchtfehler des Generators oder der Turbine oder um einen Kupplungsfehler handelte, konnte noch nicht entschieden werden, da die Teile aus Betriebsgründen nicht voneinander getrennt in Gang gesetzt werden konnten. Doch aus der Tatsache, daß sowohl der Generator als auch die Turbine dynamisch ausgewuchtet waren, schien ein grober Balancefehler höchst unwahrscheinlich zu sein.

Zur weiteren Klärung der Sachlage wurde die Drehzahl der Maschinengruppe vom Stillstand bis auf die Betriebsumdrehungszahl allmählich gesteigert und gleichzeitig die Schwingung am Lagerbock in der Horizontalebene parallel und vertikal zur Achse gemessen. Die so erhaltenen Werte wurden als Ordinaten über der entsprechenden Drehzahl aufgetragen und sind aus den Kurven *a* und *b* der Abb. 2 ersichtlich. Beim Betrachten der Kurve *b* ist sofort zu erkennen, daß dort eine Resonanzerscheinung aufgetreten war. Es gab sogar zwei Resonanzspitzen, eine kleinere bei 825 und eine größere bei 1500 U/min bzw. bei 13,8 und 25 Hz.

Schon aus der Tatsache, daß bei Beobachtung der Ausschläge am Vibrometer die bisher anwesenden höheren Harmonischen nach Erreichen der Betriebsdrehzahl restlos verschwanden, konnte die Anwesenheit einer starken Kritischen vermutet werden, da ja bekanntlich die Schwingungen, die meistens einen zusammengesetzten Charakter aufweisen, an den Resonanzstellen plötzlich einen reinen sinusförmigen Verlauf zeigen[2].

Da die Kurve *a* (Abb. 2) den normalen Verlauf einer durch Zentrifugalkräfte verursachten Schwingung — ohne irgendeine Resonanzerscheinung — zeigte, ferner die rechnerisch ermittelte kritische Drehzahl des Generators 2700 U/min betrug und diejenige der Turbine ebenfalls viel höher oberhalb der Betriebsdrehzahl lag, so konnte die kritische Drehzahl irgendeiner der Maschinen nicht als Ursache für die betriebstörenden Schwingungen betrachtet werden.

So blieb nur noch die einzige Möglichkeit übrig, daß die Eigenschwingungszahl des betreffenden Lagerbocks mit der Betriebsdrehzahl zusammenfiel.

Die Veranlassung zum nächsten Versuch gab die folgende Überlegung: Wenn wirklich die Eigenschwingungszahl des Bocks an der Resonanz schuld war, so müßte mit der Verringerung der Steifheit der Konstruktion eine Abnahme der Eigenschwingungszahl und infolgedessen auch eine entsprechende Verschiebung der Resonanzkurve nach links stattfinden.

Die Beeinflussung der Elastizität des Systems, obwohl nur in geringem Maße, konnte einfacherweise[3] mit der Lockerung der Befestigungschrauben geschehen. Allerdings war der Versuch nicht ganz ohne Gefahr mit Rücksicht auf die gewaltigen rotierenden Massen. (Das Gewicht des Generatorrotors allein betrug 32 200 kg.) Mit der Bewilligung der Betriebsleitung wurde dieser Versuch auch durchgeführt, indem die Befestigungschrauben[4] *1, 3* — beiderseits — (siehe Abb. 2) vollständig gelockert wurden und eine ähnliche Kurve wie Abb. 2 *b* aufgenommen wurde. Die so erhaltene Resonanzkurve ist auf Abb. 2 mit *c* bezeichnet.

Wie zu erwarten war, ist die Verschiebung des Kurvenbildes nach links deutlich zu erkennen. Der Unterschied der beiden Resonanzstellen zwischen dem ersten und dem jetzigen Versuch machte ungefähr 25 Umdrehungen aus.

Damit die Lösung des Problems vollkommen einwandfrei sei, wurde zum Beweis der obigen Resultate noch ein letzter Meßversuch vorgenommen. Der Lagerbock wurde bei Stillstand der Maschinengruppe mit einem Balken leicht angestoßen und die Schwingungen desselben mit dem Vibrographen aufgenommen[5]. (Die eingestellte Vergrößerung des Instruments betrug dabei 1 : 1000.)

Die erhaltene Schwingungskurve wurde auf optischem Wege vergrößert, danach mit gleichmäßiger Zeitabszisse auf Millimeterpapier übertragen und die so erhaltene Schwingungskurve mit einem aus der Fischer-Hinnenschen Methode[6] abgeleiteten Annäherungsverfahren in Komponenten zerlegt.

Die Ergebnisse bestätigten vollkommen die aus den obigen Meßresultaten gezogene Schlußfolgerung. Die Abb. 3 zeigt die übertragene Schwingungskurve und die einzelnen Komponenten derselben. Die entsprechenden Perioden- bzw. Umdrehungszahlen betragen der Reihe nach: 14, 25 und 50 bzw. 850, 1500 und 3000 U/min. Die langsame und sehr stark gedämpfte unterste Schwingung rührt von der Eigenschwingung des Apparatpendels her. Die verhältnismäßig geringe Abweichung der ersten Resonanzspitze 14 von der früher gemessenen Zahl 13,8 entstand wahrscheinlich durch den subjektiven Phasenfehler bzw. Abweichung zwischen der Ablesung des Vibrographen und den entsprechenden Drehzahlen, die

[2] S. a. Geiger, wie Fußnote 1, S. 253.

[3] Es wäre ebenfalls ein einfaches Verfahren gewesen — von welchem beim Brückenbau schon längst Gebrauch gemacht wird —, einen mit entsprechendem Übergewicht versehenen Motor am Lagerbock zu befestigen und gleicherweise wie vorher die Amplitude der Vibrationen von der Drehzahl abhängig zu registrieren.

[4] Die mit „*B*" bezeichneten Schrauben sind nur Prisonstifte.

[5] Die Vibrationsmessungen und das photographische Registrieren der Schwingungen wurden mit dem Ganzschen Vibrometer bzw. Vibrographen der Firma Ganz & Co., Budapest, ausgeführt.

[6] Ernst Orlich, ETZ 1901, S. 88.

Digitized by Google

durch das in ansehnlicher Entfernung — am Ende der Mitteldruckturbine — befindliche Tachometer mittels aufgestellten Postens übermittelt wurden.

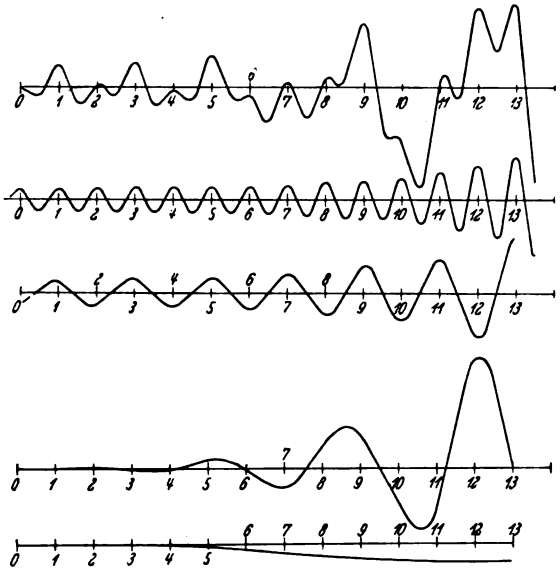


Abb. 3. Schwingungskurve des Lagerbocks und ihre Komponenten.

Es wurde also einwandfrei festgestellt, daß der hauptsächlichste Grund für die betriebstörenden Schwingungen das Zusammenfallen der Eigenschwingungszahl des Kupplungslagers mit der Umdrehungszahl der Maschinengruppe war. Was nun den eigentlichen Ursprung der Schwingungen betrifft, waren zwei gleich wahrscheinliche Annahmen möglich. Die nickende Bewegung des Bocks konnte entweder durch die von dem Auswuchtfehler des Generators oder der Turbine herrührende periodische Druckänderung an den Lagerschalen entstehen (die in dieser Hinsicht ungünstige Form des Bocks hat diese Wirkung zweifellos unterstützt) oder aber durch die Nichtaxialität der mit der festen Kupplung verbundenen Wellen. Im letzteren Falle wirkten die Wellenzapfen ähnlich wie zwei miteinander fest verbundene und sich um eine gemeinsame Achse drehende Exzenterscheiben: sie hoben und senkten abwechselnd das Wellenende des Generators und Turbinenrotors. Die Reaktionen der zur Beschleunigung der außerordentlichen Massen nötigen Kräfte übten die gleiche Wirkung aus wie Wuchtfehler. Natürlich konnten die beiden Erscheinungen auch gleichzeitig auftreten.

Auf Grund der bisherigen Erwägungen konnte die Beseitigung des Übelstandes auf zweierlei Art vorgenommen werden: entweder durch wiederholte Auswuchtung des Rotors und womöglich Erhöhung der Genauigkeit der betreffenden, also fehlerhaft vermuteten Bestandteile (Kupplungscheiben, Lagerschalen, Wellenzapfen usw.) oder aber durch Veränderung der Abmessungen des Lagerbocks oder wenigstens eines Teiles desselben.

Auf Wunsch der Betriebsleitung wurde zuerst der erste Weg beschritten. Der Rotor wurde wieder ausgewuchtet und die oben erwähnten Teile mit sorgfältiger Genauigkeit nachbearbeitet. Die Wellenzapfen wurden z. B. mit einer Toleranz von ± 0,01 mm nachgeschabt, was bei dem 400 mm betragenden Durchmesser schon einen beträchtlichen Genauigkeitsgrad bedeutet.

Der Erfolg war nach Wiederinbetriebsetzen der Maschine trotz aller Bemühungen nur gering, die Schwingungen verringerten sich von 0,10 ··· 0,15 auf nur 0,08 bis 0,11 mm. Demzufolge mußte also doch nur an dem Bock geändert werden, deshalb wurde die Grundplatte desselben ausgetauscht. Mit der verstärkten Grundplatte verminderten sich die Schwingungen auf 0,02 bis 0,03 mm, und seitdem läuft die Maschine (Abb. 4) vollkommen ruhig. Bei der im Jahre 1930 in Betrieb gesetzten ähnlichen Maschinengruppe, die schon mit stärkerem Lagerbock gebaut wurde, trat keine ähnliche Erscheinung auf.

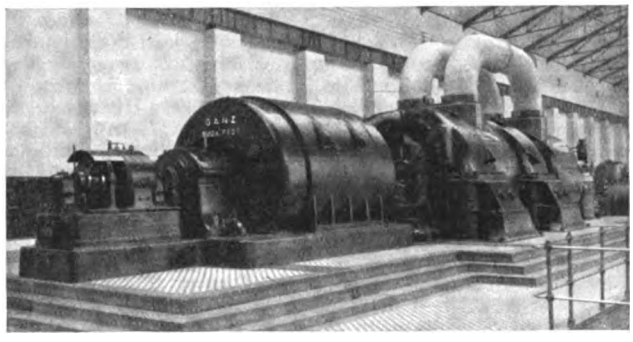


Abb. 4. Turbogruppe nach Austausch der Grundplatte.

Zum Schlusse sei noch die in diesem Falle von schwingungstechnischem Gesichtspunkte aus auch sehr interessante Tatsache vermerkt, daß trotz der anscheinend sehr großen Dämpfung — der Zapfendruck an der Generatorseite betrug ungefähr 16 000 kg und an der Turbinenseite noch mehr — die Resonanzstellen der aufgenommenen Kurven einen ziemlich steilen Verlauf zeigten.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder.

Von Professor Dr.-Ing. E. h. **G. Dettmar**, Hannover.

(*Fortsetzung von S. 257.*)

Vor Behandlung technischer Einzelheiten soll hier zunächst darauf hingewiesen werden, wie wichtig es in vielen Fällen ist, bei dem Entwurf von Kraftwerken darauf zu achten, daß in manchen Gegenden ein Mangel an geeignetem technischen und Betriebspersonal vorhanden ist, so daß es notwendig wird, nur einfachste und leicht verständliche Bauarten von Maschinen und Apparaten zu verwenden.

Wenn Dampfbetrieb gewählt wird, ist es besonders wichtig, daß geeignetes Wasser für Speise- und für Kühlzwecke vorhanden ist. Bei hoher Kühlwassertemperatur ergibt sich ein schlechtes Vakuum, d. h. größerer Betriebstoffverbrauch. Die größere Wassermenge, die zur Herabsetzung dieses Fehlers notwendig ist, bedeutet aber große Pumpenleistung und somit auch eine Minderung der Wirtschaftlichkeit. Das Fehlen genügender Wassermengen beeinflußt den Bau des Werkes unter Umständen sehr stark. Kühlwasser kann beschafft werden aus einem Fluß, einem See oder einem künstlichen Teich. In letzterem Falle sind die Kosten von der Bodengestaltung stark abhängig. Manchmal ist es möglich, selbst bei kleinen Flüssen durch Aufstauen eine genügend große Oberfläche zu schaffen. Der erforderliche Wasserzufluß braucht nur die geringe verdunstete Wassermenge zu ersetzen.

Wenn die erwähnten Möglichkeiten zur Beschaffung von Kühlwasser nicht durchführbar sind, muß man Rückkühlanlagen aufstellen, für die auch der Verlust durch Verdampfen des Wassers laufend beschafft werden muß. Auch die Verwendung von Streudüsen[2] ist zur Kühlung möglich und ausgeführt. Bei den Überlegungen bezüglich des Kühlwassers sind natürlich die Unterschiede in den Jahreszeiten sowie besonders Trockenheit, Frost usw. zu beachten. In jedem Falle bedeutet die Notwendigkeit der Rückkühlung eine Verteuerung der Anlage und eine Verminderung der Wirtschaftlichkeit. Dieselkraftwerke sind in dieser Beziehung erheblich günstiger daran, weil ihr Kühlwasserbedarf niedrig ist.

Bei der Auswahl der Kesselart wird ganz besonders auf die vorstehend schon allgemein hingewiesene Notwendigkeit brauchbaren Bedienungspersonals zu achten sein.

Bezüglich der Bekohlung von Kraftwerken ist man in weiter entwickelten Ländern allgemein daran gewöhnt, daß

[2] ETZ 1930, S. 442.

Digitized by Google

sie maschinell vorgenommen wird, d. h. es wird ein etwas höheres Anlagekapital aufgewendet und dafür der Betrieb verbilligt. Dies ist aber nur richtig, wenn die Löhne eine gewisse Höhe haben. In Ländern mit niedrigen Löhnen wird man von besonderen Bekohlungsanlagen absehen und die vereinfachte Zufuhr der Kohle, wie sie vor Jahrzehnten auch in hochentwickelten Ländern üblich war, benutzen. So hat z. B. von sämtlichen rd. 550 Elektrizitätswerken Chinas[3] nur ein einziges eine maschinelle Bekohlungsanlage, das in amerikanischem Besitz befindliche Großkraftwerk Schanghai, während bei allen anderen die Kohle durch Wagen zugeführt oder durch Kulis getragen wird. Die Berechnungen der betreffenden Werke haben gezeigt, daß diese einfachen Methoden infolge der außerordentlich niedrigen Löhne wirtschaftlicher sind.

Bei Dampfbetrieb wäre noch zu erwähnen, daß die Lokomobile in weniger entwickelten Ländern in der Elektrizitätsversorgung wichtig ist, weil die Aufstellung überall erfolgen kann.

Eine der am meisten, namentlich in kleineren Werken, angewendete Kraftmaschinen ist der Dieselmotor. Ganz besonders eignet er sich für Elektrizitätswerke, die nur während der Dunkelstunden (meist kurz vor Sonnenuntergang bis nachts 2 h) Strom abgeben. In wenig entwickelten Ländern sind solche Werke zahlreich vorhanden.

In manchen Ländern spielt das Erdgas[4] eine große Rolle, mit dem Kraftwerke ziemlich erheblicher Leistung gebaut und billig betrieben werden können.

Nicht so einfach liegen dagegen die Verhältnisse bei der Benutzung des Meeres als Energiequelle. Hier kommt in Frage der Bau von Flutkraftwerken[5] und die Ausnutzung der Temperaturdifferenz des Wassers zwischen der Oberfläche und der Tiefe[6]. Ersterer ist nur in denjenigen Gegenden wirtschaftlich, in denen große Unterschiede im Wasserstande vorliegen, also am freien Ozean und bei günstiger Gestaltung der Küste. Hinsichtlich einer Ausnutzung der Temperaturdifferenz sind zwar schon einige Versuchsanlagen gebaut worden, doch kann man über die Wirtschaftlichkeit noch kein sicheres Urteil abgeben.

Bezüglich der Ausnutzung des Windes[7] ist zu sagen, daß über Anlagen mit kleiner Leistung schon umfangreiche Erfahrungen vorliegen und ihre Wirtschaftlichkeit erwiesen ist. Hinsichtlich der Anlagen mit großer Leistung[8] liegt dagegen noch kein zuverlässiges Material vor. In Gegenden geringer Breite kann mit Erfolg die Sonnenstrahlung[9] ausgenutzt werden, wie dies z. B. in Meadi bei Kairo geschehen ist. Die Anlage besitzt eine Leistung von rd. 45 kW.

In England, Italien und den V. S. Amerika sind mehrere z. T. große Anlagen zur Ausnutzung der Erdwärme[10] gebaut worden.

Wenn die Beschaffung von Baustoffen Schwierigkeiten macht, kann man in Erwägung ziehen, die Kraftwerke in Freiluftbauart auszuführen, wie das in Amerika schon einige Male durchgeführt worden ist.

In dünn besiedelten Gegenden ergeben sich Schwierigkeiten, wenn das Kraftwerk aus bestimmten Gründen an einer Stelle errichtet werden muß, an der keine oder nur ungenügende Möglichkeit für die Unterbringung des Personals (sowohl für den Bau wie später für den Betrieb) gegeben ist. Man muß dann besonders für die Unterkunft sorgen, so daß erhebliche Kosten entstehen, durch die natürlich die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage beeinflußt wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der zu beachten ist, besteht in der Kapitalbeschaffung. Diese macht manchmal die allergrößten Sorgen und zwingt zu langfristigen Krediten, damit die Anlagekosten allmählich aus dem Betrieb herausgewirtschaftet werden können. In engster Verbindung mit dieser Frage steht die Beschaffung einer genügenden Sicherheit für die restlichen Zahlungen, eine Angelegenheit, auf die später noch eingegangen werden soll.

In Ländern, in denen wenig Straßen, Bahnen usw. vorhanden sind, können oft Schwierigkeiten für den Transport der zum Bau einer Anlage notwendigen Teile entstehen. Ganz besonders schlimm wird das, wenn hohe Gebirge, Steppen, Wüsten usw. überschritten werden müssen. Sind dann Transporte auf Saumtieren usw. nötig, deren Tragfähigkeit beschränkt ist, so muß das schon bei der Konstruktion der Maschinen und Apparate berücksichtigt werden. Ähnliches ist zu beachten hinsichtlich des Umschlages der zu transportierenden Güter, da in wenig entwickelten Ländern die Krane und Transporteinrichtungen in den Häfen für schwere Stücke oft nicht ausreichen.

Auch die Höhe der Löhne in der Gegend, in welcher die Anlage errichtet werden soll, hat großen Einfluß auf ihre technische Ausführung. Sind sie außergewöhnlich niedrig, so wird man eine weitgehende Verwendung von Handarbeit vorsehen und dafür an Anlagekapital sparen, ähnlich wie das vorher schon bei den Kohletransporteinrichtungen in den Kraftwerken Chinas erwähnt ist. Sind dagegen die Löhne hoch oder ist die Beschaffung genügenden Personals schwierig, so wird man umgekehrt solche Konstruktionen zu wählen haben, bei denen weitgehendst Handarbeit gespart wird, d. h. man wird entweder voll- oder halbautomatische Bauart vorziehen.

Eine Angelegenheit von größter Bedeutung ist in der Frage zu sehen, ob ausreichend Ingenieure, Meister, Facharbeiter usw. für die Errichtung der Anlage zur Verfügung stehen oder ob sie von anderen Ländern besonders dazu hingeschickt werden müssen. Früher hatte man in dieser Beziehung oft große Schwierigkeiten und war gezwungen, erst Personal anzulernen, wenn man nicht allzu viele Facharbeiter von weit her beschaffen wollte, was natürlich die Herstellungskosten ganz erheblich erhöhte. Durch das schnelle Vordringen des Kraftwagens und des Traktors haben sich in letzter Zeit die Verhältnisse insofern etwas gebessert, als auch in Ländern mit geringer technischer Entwicklung zuweilen einige Leute zu finden sind, die von Maschinen etwas verstehen. Man kann somit jetzt schon öfter damit rechnen, wenigstens einen kleinen Stamm geschulter Arbeitskräfte zu finden. In gleicher Weise haben sich die Verhältnisse hinsichtlich des Vorhandenseins von Reparaturwerkstätten dadurch mit der Zeit gebessert, so daß es nicht mehr überall und immer notwendig ist, selbst kleinere Änderungen, die sich bei der Aufstellung plötzlich ergeben, in weiter Entfernung ausführen zu lassen, was natürlich großen Zeitverlust und erhebliche Kosten ergibt.

Die geographische Lage des Werkes, die Gestaltung der Umgebung und das Klima haben einen großen Einfluß auf die technischen Einzelheiten, wie auf Größe und Auswahl der Maschinen, Transformatoren usw. Die geographische Lage beeinflußt den Unterschied in der Länge von Tag und Nacht, die Höhe des Verbrauches und das Belastungsdiagramm. In warmen Ländern ist der Unterschied in der Länge der Nächte gering, in sehr heißen fällt er ganz fort. Dieser Punkt ist deswegen von großer Bedeutung, weil die warmen und heißen Länder mehr als die Hälfte der Erdoberfläche ausmachen. Weiter können unter Umständen der Feuchtigkeitsgehalt der Luft oder starke Staubentwicklung, wie sie in der Nähe von Steppen und Wüsten vorkommt, von Bedeutung sein.

Die geographische Gestaltung der Umgebung des Kraftwerkes hat großen Einfluß auf die Zufuhr der zum Bau notwendigen Teile sowie auch später auf die Beschaffung der Betriebsmittel. Bei außergewöhnlich hoher Lage über dem Meere[11] ist zu berücksichtigen, daß die Leistung der elektrischen Maschinen, Transformatoren usw. zurückgeht, ebenso die der Dampfkraftmaschinen, Dieselmotoren, Ventilatoren und Pumpen.

Einen beträchtlichen Einfluß hat ferner das Klima, wobei teils mit sehr hohen, teils mit sehr niedrigen Temperaturen zu rechnen ist und in manchen Gegenden mit starken Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht. Diese Verhältnisse sind von großer Bedeutung hinsichtlich der Dimensionierung von Maschinen, Transformatoren und Apparaten sowie für das Spannen von Freileitungen[12]. Ganz allgemein jedoch ist die Wirkung des Klimas auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Ingenieure und Arbeiter, die aus anderen Ländern beim Bau und Betrieb der Anlagen Verwendung finden, zu be-

[3] ETZ 1931, S. 201.
[4] ETZ 1911, S. 720; 1923, S. 382; 1926, S. 409 u. 1239; 1928, S. 1190 u. 1633; 1929, S. 665 u. 1486; 1930, S. 24 u. 1279; 1931, S. 1254; 1932, S. 459 u. 483. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 483 (1930). Bericht über die Weltkraftkonferenz, Berlin 1930. Bd. VI, S. 140 u. 158.
[5] ETZ 1912, S. 157, 304, 442, 468, 602, 700, 1077 u. 1105; 1920, S. 1037; 1921, S. 678 u. 761; 1922, S. 1317; 1925, S. 1953; 1927, S. 810 u. 831; 1931, S. 639 u. 1037. Berichte der Akademie der Wissenschaften in Heidelberg 1925, Heft 10; Elektrizitätswirtsch. 1931, S. 438; Dissertation v. Siemonsen T. H. Hannover 1921; Die technischen u. wirtschaftlichen Grundlagen für die Gewinnung von Gezeitenenergie von Stürzenacker. VDI-Verlag, Berlin 1929. Power Bd. 72 S. 524 (1930).
[6] ETZ 1928, S. 1415; 1931, S. 1477. Wasserkr. u. Wasserwirtsch. 1927, S. 167 u. 177. Elektr.-Wirtsch. 1931, S. 439; Rev. Gén. Electr. Bd. 29, S. 49 (1931); Mech. Engng. Bd. 52 S. 1039 (1930). Bericht über die zweite Weltkraftkonferenz Berlin 1930, Bd. XVI, S. 3.
[7] ETZ 1920, S. 501; 1925, S. 365, 949 u. 1405; 1926, S. 1369; 1928. S. 819 u. 1201; Z. VDI Bd. 70, S. 31 (1926).
[8] Windkraftwerke von Honnef, Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1932.
[9] ETZ 1902, S. 678.
[10] ETZ 1917, S. 12; 1923, S. 122. Kukuk, Unsere Kohlen (1913), S. 110.
[11] ETZ 1918, S. 408; 1924, S. 757; 1925, S. 233, 707 u. 930; AEG-Mitt. 1924, Heft 6 u. 7; 1930, Heft 6.
[12] ETZ 1927, S. 1097; 1930, S. 1352; AEG-Mitt. 1930, S. 421.

Digitized by Google

achten. Das wird ganz besonders für sehr heiße und für sehr kalte Klimata zutreffen[13].

Während in vorstehendem eine Reihe von Momenten behandelt sind, die sich im wesentlichen erschwerend beim Bau von Elektrizitätswerken geltend machen, gibt es auch solche, die fördernd wirken. Das Fehlen von Eisenbahnen und Straßen, wodurch die Zufuhr von Kohle, Öl usw. für die Zwecke der Beleuchtung und der Kraftversorgung erschwert wird, trägt oft dazu bei, den Absatz von Elektrizität zu fördern, weil man mit Hochspannungsleitungen viel leichter in wenig erschlossene Gegenden gelangen und Licht und Kraft überall hinbringen kann. Auch die Erschließung des Verkehrs wird in manchen Fällen durch elektrische Bahnen erleichtert und das Kraftwerk bekommt einen guten Abnehmer.

In warmen und heißen Ländern geben Belüftungseinrichtungen und gegebenenfalls Wohnraumkühlvorrichtungen die Möglichkeit einer guten Stromabgabe. In gleicher Weise ist dies vielfach der Fall bei der Wasserversorgung der Bevölkerung und für Bewässerungsanlagen der Felder. Da in weniger entwickelten Ländern eine Wasserversorgung meist noch fehlt oder nicht in genügendem Umfange vorhanden ist, ergibt sich dadurch nicht nur ein erheblicher Stromabsatz, sondern auch ein segensreicher Einfluß in hygienischer Beziehung, während die Ausführung von Bewässerungsanlagen oft zu einer erheblichen Steigerung des Ertrages der Landwirtschaft führt.

In weniger entwickelten Ländern liegen meist keinerlei Anhaltspunkte für den voraussichtlichen Bedarf an elektrischer Arbeit vor und es ist auch oft nicht möglich, über Gegenden mit ähnlich liegenden Verhältnissen Unterlagen zu erhalten. In solchen Fällen macht die Bemessung der Größe des Werkes sowie der einzelnen Maschinen usw. Schwierigkeiten. In den entwickelteren Ländern pflegt man ja den Verbrauch, bezogen auf einen Einwohner, als Anhalt zu benutzen, obwohl diese Zahl von recht zweifelhaftem Wert ist. Sie schwankt bekanntlich in außerordentlich weiten Grenzen und ist auch stark abhängig von den für die Elektrizitätserzeugung zur Verfügung stehenden Energiequellen. Diese Zahl des spezifischen Arbeitsverbrauches ist in den Ländern besonders hoch, in denen reichlich und besonders leicht auszubauende Wasserkräfte zur Verfügung stehen, und besonders niedrig in Ländern, die gar keine eigenen Energiequellen besitzen oder noch nicht entwickelt haben. Anderseits wird diese Zahl aber auch in stärkstem Maße beeinflußt von dem Wohlstand und der Beschäftigungsart der Bevölkerung. Auch der Reichtum an Bodenschätzen, namentlich an Erzen, hat unter Umständen großen Einfluß, besonders wenn er mit dem Vorhandensein großer Wasserkräfte zusammentrifft, so daß bedeutende elektrochemische bzw. elektrothermische Anlagen geschaffen werden können. Solche Großabnehmer bringen den spezifischen Verbrauch erheblich in die Höhe.

Eine der wichtigsten Arbeiten, die vor Beginn des Baues eingehend überlegt werden muß, ist die Wahl des Ortes für das Kraftwerk, weil die Wirtschaftlichkeit des Betriebes dadurch stark beeinflußt wird. Als Hauptpunkte, die hierbei zu beachten sind, wären folgende zu nennen:

1. Charakter des Versorgungsgebietes,
2. Lage und Größe desselben,
3. Beschaffung der Betriebstoffe,
4. Wasserbeschaffung,
5. Abfuhr der Schlacken,
6. Rücksicht auf die Umgebung,
7. Rücksicht auf die Arbeitskräfte und deren Wohnungen,
8. geeignetes Grundstück.

Die Lage des Werkes wird stark beeinflußt davon, ob es sich um die Versorgung einer Stadt bzw. eines Ortes allein handelt oder ob in Verbindung damit auch größere Gebiete in Frage kommen oder ob es sich überhaupt nur um die Belieferung eines vorwiegend ländlich besiedelten Gebietes handelt; hierbei ist dann die Gestaltung des Versorgungsgebietes und dessen Größe wichtig, denn die Kosten für das Netz werden davon stark beeinflußt.

Die Möglichkeit preiswerter Beschaffung der notwendigen Betriebstoffe ist für die Wirtschaftlichkeit von großer Wichtigkeit. Im Vordergrunde stehen hier die am meisten gebrauchten Betriebsmittel, wie Kohle, Öl, Torf usw. einerseits und Kühlwasser, Speisewasser usw. anderseits. Der Einfluß des Vorhandenseins genügender Mengen guten Kühlwassers in allen Jahreszeiten ist vorstehend schon behandelt worden; es kommt aber nicht nur darauf an, daß genügend Wasser vorhanden ist, sondern auch darauf, daß es sich für die Kesselspeisung bzw. für Kühlzwecke eignet. Wenn das nicht zutrifft, müßten Wasserreinigungsanlagen usw. vorgesehen werden.

Auch die Abfuhr der Schlacken kann vereinzelt Sorge bereiten.

Die Rücksicht auf die Umgebung ist dann zu beachten, wenn durch Flugasche, Erschütterungen oder Geräusche Störungen für die Nachbarschaft eintreten können.

Wenn das Werk weitab von menschlichen Niederlassungen gebaut werden muß, erfordert die Rücksicht auf die Arbeitskräfte: Beschaffung von Wohnungen, Bau von Zufahrtstraßen, einer Wasserleitung, eines Kasinos, einer Badeanstalt, Einrichtung eines Kinos, einer Feuerwehr und Schaffung sonstiger sozialer Einrichtungen[14].

Nicht jedes Grundstück eignet sich für die Errichtung eines Kraftwerkes und der Unterstationen. Der Baugrund muß gut sein, wenn man nicht zu teuren Gründungsarbeiten gezwungen sein will, das Grundstück muß groß genug sein, damit es auch für zukünftige Vergrößerungen ausreicht. Ebenso ist auf Hochwassergefahr, gute Zufahrt usw. Rücksicht zu nehmen.

Wenn wir uns nun der Verteilung der Elektrizität zuwenden, so stoßen wir, soweit die einheitliche Versorgung großer Gebiete in Frage kommt, meistens auf Schwierigkeiten. In wenig entwickelten Ländern wird der Bedarf im allgemeinen nicht groß sein und oft liegt zudem eine geringe Siedlungsdichte vor. Der geringe spezifische Verbrauch in Verbindung mit großen Entfernungen verteuert das Leitungsnetz unter Umständen so erheblich, daß man gezwungen ist, zunächst zum Bau einzelner Ortskraftwerke überzugehen, diese allmählich zu Überlandwerken zu entwickeln und im Verlaufe längerer Zeit zu einem einheitlichen großen Netz zusammenzuschließen. Das setzt aber voraus, daß von vornherein großzügig disponiert wird und für den späteren Zusammenschluß eine geeignete Stromart (d. h. also meistens Drehstrom), einheitliche Frequenz und möglichst auch einheitliche Spannungen gewählt werden. Die Frequenz von 50 Hz hat sich glücklicherweise überwiegend eingeführt, so daß sie wohl als der beste Wert zu betrachten sein dürfte. Sollte mit Rücksicht auf die Verwendung von Akkumulatoren Gleichstromverteilung vorgezogen werden, so ergibt sich später die Notwendigkeit der Umformung und damit eine erhebliche Verteuerung oder die Anlage muß umgebaut werden, was gleichfalls mit großen Kosten verbunden ist.

Wenn man bei Vorhandensein eines genügenden Absatzes die Ausdehnung des Netzes gleich auf ein großes Gebiet durchführen kann, wird es zweckmäßig sein, die Grenzen desselben nicht unbedingt den Verwaltungsgebieten, Provinzen usw. anzupassen; es sollten hier technische und nicht politische Gesichtspunkte maßgebend sein. Auch die Ausführung von Elektrizität in Nachbarstaaten kann unter Umständen zur Erzielung einer guten Rentabilität von Nutzen sein.

Das Fehlen von Straßen, Bahnen usw., das zwar beim Bau und Betrieb der Kraftwerke hinderlich ist, kann für den Bau großer Leitungsnetze günstig wirken, weil oft der Transport der Energie auf Drähten wirtschaftlicher ist als auf der Achse. Anderseits kann dieser Umstand die Unterhaltung des Leitungsnetzes erschweren, wenn das Flugzeug nicht angewendet werden kann. Weiter sind die vorstehend schon erwähnten meteorologischen Einflüsse, wie besonders hohe oder niedrige Temperaturen oder große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, beim Bau der Leitungen[15] zu beachten; auch in Gebieten großer Niederschlagmengen oder hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft[16], bei starkem Auftreten von Rauhreif, bei Vorhandensein starker Winde, bei Sandstürmen (Wüsten und Steppen) können erhebliche Schwierigkeiten auftreten. Zuweilen bringen die Bodenverhältnisse durch gebirgigen Charakter oder Moorboden Erschwerungen für die Leitungsausführung. Flußkreuzungen können eine Erhöhung der Anlagekosten bewirken. In Gegenden hoher Temperatur ist sowohl bei Freileitungen als auch bei Kabeln deren Einfluß zu beachten. In ersterem Falle ist der Durchgang groß, in zweitem Falle muß die Ausgußmasse für die Endverschlüsse usw. richtig gewählt werden. Bei den Transformatoren ist die Verminderung der Leistungsfähigkeit bei hoher Temperatur, insbesondere bei starker Bestrahlung zu beachten, worüber Lubowsky[17] eingehende Angaben gemacht hat. Die Isolatoren[18] von Freileitungen werden durch das Klima stark beeinflußt.

[13] ETZ 1931, S. 1577.

[14] ETZ 1929, S. 673.
[15] AEG-Mitt. 1930, Heft 6.
[16] ETZ 1931, S. 1577; 1932, S. 990.
[17] ETZ 1918, S. 408; 1924, S. 757; 1925, S. 707 u. 930; AEG-Mitt. 1924, Heft 6 u. 7.
[18] ETZ 1932, S. 990.

Digitized by Google

Schließlich ist noch die Gewitterhäufigkeit bei der Auswahl der Leitungsführung zu beachten und die Möglichkeit für die Schaffung einer guten Erdung.

Die Bodenverhältnisse sind für die Wahl der Leitungsführung unter Umständen von ausschlaggebender Bedeutung. Bei Führung langer Leitungen durch wenig bewohnte Gebiete kommt unter Umständen die Gefahr des Diebstahls von Leitungsmaterial in Frage und die Schwierigkeiten des Ersatzes, wenn es wenig oder keine Straßen gibt, die für Befahrung mit Autos geeignet sind.

Bei der Errichtung von Schaltstationen wird, namentlich bei Schwierigkeiten in der Beschaffung von Baumaterial, die Freiluftausführung große Bedeutung haben und selbst bei der Aufstellung von Umformern, Phasenschiebern usw. kann diese Bauart in Frage kommen.

Es ist zweckmäßig, möglichst wenig Gebrauchspannungen zu benutzen, um die Lagerhaltung an Installationsmaterial und an Ersatzteilen nicht zu sehr zu erschweren. Bezüglich der Ausführung der Installationen muß vor allzu primitiver Arbeit gewarnt werden, weil dann geringe Lebensdauer die Folge ist und damit die Elektrizitätsversorgung in Mißkredit kommt. Bei der Auswahl des Installationsmaterials sind besonders die klimatischen Verhältnisse[19] zu beachten. Unter günstigen Bedingungen wird man einfaches Material verwenden können, während anderseits bei größerer Luftfeuchtigkeit besondere Bauarten notwendig sind. Damit den jeweiligen Verhältnissen entsprechend immer das Richtige verwendet wird, müssen den die Installationen ausführenden Handwerkern Vorschriften gemacht werden, deren Einhaltung zu überwachen ist. Sache der Elektrizitätswerke ist es, dafür zu sorgen, daß nur ordnungsmäßige Installationen an das Netz angeschlossen werden. *(Ein II. Teil folgt.)*

[19] ETZ 1931, S. 1578.

Nachbehandlung des Betons durch Zufuhr von Wärme auf elektrischem Wege.

Aus Schweden wird ein elektrisches Verfahren zur Nachbehandlung von Beton bekannt[1], das besonders als Rostschutzmaßnahme Verwendung finden kann. Es beruht auf der Tatsache, daß Beton je nach seiner Beschaffenheit mehr oder weniger elektrisch leitfähig ist. Wie bereits von St. Lindeck durch Versuche im Jahre 1896[2] festgestellt wurde, ist Beton als „Leiter zweiter Klasse" anzusehen. Der elektrische Widerstand des Betons hängt, wie damals schon gefunden wurde, hauptsächlich vom Mischungsverhältnis und von der Dichte desselben ab. Je dichter der Beton und je größer sein Zementgehalt ist, um so größer ist seine Leitfähigkeit. Die elektrische Widerstandswärme wird nun in Ergänzung zur Abbindewärme als Hilfsmittel zur rascheren Erhärtung oder zum Frostschutz des Betons ausgenutzt. Dieses Verfahren hat gegenüber den bisher angewandten Erwärmungsmethoden den Vorzug, daß die Schalung nicht mehr als Behinderung bei der Wärmezufuhr, sondern im Gegenteil als Isolierung gegen Wärmeverluste an die Umgebung wirkt. Als Stromart verwendeten die Schweden bei ihren Versuchen und bisherigen Ausführungen einen Wechselstrom niedriger Spannung. Er wird den zu behandelnden Betonkörpern durch Elektrodenbleche zugeleitet. Diese Bleche — man kann dafür das gewöhnliche Schwarzblech verwenden — werden an der Innenseite der Schalung vor dem Betonieren befestigt und kommen dann in unmittelbare Berührung mit dem frischen Beton.

Den Energiebedarf geben die schwedischen Ingenieure zu 1 kWh je Grad Celsius und Kubikmeter Beton an.

Für die Praxis empfiehlt es sich, zwischen Energiequelle und Elektroden einen Transformator einzuschalten, damit man die Spannungen regeln kann, die den verschiedenen Abmessungen der Betonkörper sowie ihrem mit zunehmender Erhärtung sich ändernden spezifischen Leitungswiderstand angepaßt werden müssen. Die Spannung hinter dem Transformator soll in einigen Stufen von 20 bis 120 V veränderlich sein. Die für einen bestimmten praktischen Fall erforderliche Transformatorleistung errechnet sich nach Angabe der schwedischen Ingenieure aus folgender Formel:

$$N = \frac{v\,t}{z},$$

worin bedeuten:

N Transformatorleistung in Kilowatt
v Betonvolumen in Kubikmeter
t Temperaturerhöhung in Grad Celsius
z Dauer der Erwärmung in Stunden,

d. h. also, je langsamer die Temperaturerhöhung vor sich gehen kann, um so kleiner ist die benötigte Transformatorleistung. Nach entsprechenden Vergleichsversuchen soll die Festigkeit des elektrisch behandelten Betons besser sein als die eines unter normalen Temperaturen erhärteten. *Bnd.*

[1] H. Bohlin u. A. Brund, Byggnadsvärlden v. 26. III. 1932.
[2] ETZ 1896, S. 180.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 326.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\overline{|131|}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\overline{|131|}$, die Formen J6, J6E, J6mk, J6Emk, J6f, J6Ef, J6fmk, J6Efmk, J6ft, J6Eft, J6ftmk, J6Eftmk, TJ6, TJ6E, TJ6f, TJ6Ef, TJ6ft, TJ6Eft, UJ6, UJ6E, UJ6f, UJ6Ef, UJ6ft und UJ6Eft, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 13. XII. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\overline{|131|}$,

die Formen J6, J6E, J6mk, J6Emk, J6f, J6Ef, J6fmk, J6Efmk, J6ft, J6Eft, J6ftmk, J6Eftmk, TJ6, TJ6E, TJ6f, TJ6Ef, TJ6ft, TJ6Eft, UJ6, UJ6E, UJ6f, UJ6Ef, UJ6ft und UJ6Eft, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 275 vom 7. IX. 1929 (ETZ 1929, Heft 47) und Nr. 287 vom 16. IX. 1930 (ETZ 1930, Heft 47) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der oben genannten Formen des Systems $\overline{|131|}$ werden auch in geänderter Ausführung hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die bisher zugelassenen Zähler beglaubigt werden.

Die Neuausführung der Zähler unterscheidet sich von der bisherigen Ausführung im wesentlichen dadurch, daß die Wickeldaten der Spannungsspule sowie die Form und teilweise der Querschnitt des Spannungseisens etwas geändert sind. Außerdem sind einige Änderungen im mechanischen Aufbau der Zähler getroffen.

Die untersuchten Zähler der Formen J6 und J6E hatten folgende Eigenschaften:

	Form J 6	Form J 6 E
Drehmoment bei Nennlast	etwa 5,5 cmg	etwa 10,5 cmg
Anlaufstromstärke (bei induktionsfreier Belastung)	etwa 0,3 bis 0,4 % der Nennstromstärke	„ 0,2 % der Nennstromstärke
Ankergewicht	etwa 27 g	etwa 27 g
Drehzahl bei Nennlast .	etwa 44 U/min	etwa 88 U/min
Eigenverbrauch im Spannungskreis bei 110 u. 220 V, 50 Hz	etwa 0,56 W	„ 0,57 W
Eigenverbrauch im Stromkreis bei 5 A Nennstrom	„ 0,66 W	—
„ 10 A „	—	„ 2,06 W
„ 20 A „	„ 1,08 W	—

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 765.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Öldruckbehälter für Erdkabel. — Nach einem Überblick über die bekannten verschiedenartigen Aufgaben der in Hochspannungs-Kabelanlagen eingebauten Behälter werden die konstruktiven Einzelheiten der drei Typen von Behältern, nämlich der Druck-, Speise- und Druckausgleichs-Behälter amerikanischer Bauart beschrieben. Die konstruktiven Einzelheiten erstrecken sich auf Formgebung, Herstellung und Zusammenbau der gasgefüllten Metallzellen in den Ölbehältern, auf die verwendeten Baustoffe, auf die Druckmeßeinrichtungen und auf den Einbau in die Kabeltrommeln, der notwendig ist, um während des Kabeltransports die durch thermische Einwirkungen bedingte Ölbewegung zu ermöglichen, ohne daß das Kabel Schaden erleidet. Ferner werden behandelt die Rohranschlüsse, die Einbauarten der Muffen und Rohrführungen sowie der Behälter in den Kabelbrunnen. Strenge Prüfungen auf Dichtigkeit, welche im Laufe der Herstellung vorgenommen werden, verbürgen ein dauernd fehlerfreies Arbeiten der Gesamtanlage; für die Materialbeanspruchungen sind von maßgebender Bedeutung die zahllosen Belastungs- und Entlastungsperioden der Kabelanlage. (T. C. Aitchison, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 410.) *Eg.*

Die Herabsetzung der Isolationsstärke von Kabeln. — Mit der im Jahre 1927 in Chicago geschaffenen Ölkabelanlage für 132 kV wurde eine neue Epoche auf dem Gebiet der Hochspannungskabel eingeleitet. Seitdem sind erhebliche Fortschritte gemacht. So ermöglicht die Herstellung eines dünneren Öls die Herabsetzung des normalen Öldrucks im Kabel; infolgedessen genügt statt des bisherigen doppelten Bleimantels ein einfacher. Die damit erzielte Querschnittsersparnis ist bei einer im Jahre 1930 errichteten gleichartigen Anlage zur Erhöhung des Leiterquerschnitts um etwa 80 % ausgenutzt. Weitere Fortschritte lagen in Verbesserungen der Ölbehälter, der Muffenherstellung, im Transport der Kabel mit Ölfüllung und in der Verwertung der an Kabeln geringerer Spannung gewonnenen Erfahrungen in der Verminderung der Bleimantelverluste. Es stellte sich heraus, daß bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit die Jahresunkosten eine größere Rolle spielen als die Anlagekosten. Nach amerikanischen Untersuchungen über die Eignung von Ölkabeln für 66 kV kann man mit einer Verbilligung um 15 % beim Kabelpreis und mit 30 % beim Zubehör gegenüber Kabeln mit normaler Papierisolation rechnen. Bei der von amerikanischen Kabelwerken angestrebten Verringerung der Isolationsstärke würde dieser Vorsprung der Ölkabel hinsichtlich des Preises wieder verloren gehen. Es muß abgewartet werden, ob man Ölkabel auch für 66 kV und darunter verwenden wird oder ob die Kabel mit normaler Isolation auch für Spannungen bis 132 kV entwickelt werden können.

Versuche an Ölkabeln von etwa 12,5 und 10 mm Isolationsdicke haben das bemerkenswerte Ergebnis gehabt, daß die Kabel nach achtmonatiger Dauerbelastung mit dem täglichen Belastungszyklus eine vorzügliche Stabilität zeigten und eine beachtliche Verbesserung in der Güte der Isolation von verringerter Stärke aufwiesen. Noch nicht abgeschlossene Versuche an Kabeln mit normaler Isolation für 66 kV scheinen darauf hinzuweisen, daß auch hier die Isolationsstärke herabgesetzt werden kann. Der Verfasser sieht folgendes Ziel: Kabel jeder Art werden mit Temperaturen bis zu 90 ° C betrieben; das teure Zubehör für Ölkabel wird dadurch überflüssig werden, daß die Elastizitätsgrenze des Bleimantels erhöht und der thermische Ausdehnungskoeffizient des Öls erniedrigt wird; Ölkabelanlagen werden nicht komplizierter sein als die heutigen Anlagen mit normaler Isolation und die Anlagekosten werden um 30 ··· 40 % tiefer liegen als bei den letzteren. (D. W. Roper, Electr. Wld. N. Y. Bd. 98, S. 27.) *Eg.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ausmessung magnetischer Felder mit Elektronenstrahlen. — Die Fadenstrahlen von E. Brüche sind Elektronenstrahlen von geringer, gut definierter Geschwindigkeit und geringem Querschnitt. Sie sind zur Ausmessung von magnetischen Feldern zwischen 1 und 100 Gauß geeignet, indem der Strahl im Magnetfeld photographiert und dann seine Krümmung bestimmt wird. Bei ebenen Bahnen läßt sich die Krümmung mit ausreichender Genauigkeit mit dem Spiegellineal bestimmen. Als Beispiel werden das Streufeld eines permanenten Magneten und das Feld eines Dipols ausgemessen. Von räumlichen Bahnen wird das Innenfeld einer Stromspule behandelt. Da die Bahnkurve hier in kleinen Bereichen eine Schraubenlinie ist, genügt es, aus dem photographierten Aufriß den Radius und die Ganghöhe der Schraubenlinie zu bestimmen. Als zweites Beispiel wird noch die Bewegungsumkehr eines Elektrons im Dipolfeld diskutiert. (E. Brüche, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 94.) *Br.*

Selbsttätige Nachhallmessung. — Um die Nachhallzeit objektiv zu messen, erzeugt man die zu messende Frequenz als Heulton, d. h. als Frequenzband von etwa 50 bis 100 Hz Breite, und erhält dann als Nachhallkurve oszillographisch das von der Theorie geforderte exponentielle Abklingen der Schalldruckamplitude. Statt die Nachhallkurve aufzuzeichnen, kann man unmittelbar eine Stoppuhr steuern, die im gleichen Augenblick ausgelöst wird, in dem der den Heulton erzeugende Lautsprecher abgeschaltet wird. Um die Stoppuhr bei einer bestimmten Schalldruckamplitude anzuhalten, sind normale elektrische Relais infolge ihrer Unsicherheit im Abschaltvorgang nicht geeignet. Der Verfasser benutzt daher ein Glimmlampenrelais, bei dem die Vorspannung der Glimmlampe etwas unterhalb der Löschspannung liegt. Die von einem Kondensatormikrophon aufgenommene Schalldruckamplitude wird als Wechselspannung verstärkt und gleichgerichtet und liefert eine zusätzliche Gleichspannung, die die Glimmlampe zum Zünden bringt und sie erlöschen läßt, wenn die Druckamplitude auf einen bestimmten Wert gesunken ist. Empfindlicher ist noch ein Röhrenrelais, bei dem die zusätzliche Gleichspannung am negativ vorgespannten Gitter einer Senderöhre liegt. Beim Abfall setzen die Schwingungen an einem bestimmten Punkte mit großer Intensität ein; der Anodenstrom betätigt unmittelbar das Relais für die Stoppuhr. Die Einstellung auf eine bestimmte Amplitude geschieht am Lautsprecherstrom; es dürfen daher nur elektrodynamische Lautsprecher benutzt werden, bei denen Strom und Schallstärke in linearer Abhängigkeit stehen. Zahlreiche Beispiele erläutern die Brauchbarkeit der Methode. (E. Meyer, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 253.) *Br.*

Luftkondensatoren für Hochspannungs-Meßzwecke. — Churcher und Dannatt wollen untersuchen, ob für genaue Hochspannungsmessungen (Verlustwinkel, Kapazität, Fehlwinkel) der Luftkondensator ein geeignetes Meßmittel darstellt; induktive und Ohmsche Spannungsteiler weisen ja verschiedene Mängel auf. Die Untersuchung wird außerordentlich peinlich durchgeführt hinsichtlich des Einflusses der Luftfeuchtigkeit, worüber bereits eine amerikanische Arbeit besteht, der Staubablagerungen und der Ungenauigkeit in der Konstruktion. An einem besonderen Präzisionskondensator werden diese Einflüsse nachgeprüft und die Größenordnung des Einflusses festgestellt. Es zeigt sich, daß zumal bei Kondensatoren mit senkrechten Flächen, an denen sich der Staub weniger leicht als an horizontalen ablagert, der Staubeinfluß vernachlässigt werden kann. Die Bedingungen für die Konstruktion zylindrischer Kondensatoren nach Petersen werden erörtert, vor allem die Rückwirkung der Formgebung der Elektroden an ihren Enden auf die Meßkapazität, ferner Einfluß der Länge des Schutzringes an den Enden des Niederspannungsbelages und der Einfluß der Exzentrizität der beiden Zylinder. Man stellt fest, daß das Überziehen der Kondensatoroberfläche mit einem dünnen Zaponlack-Anstrich auf die Kapazität und Verluste des Kondensators eine vernachlässigbare Einwirkung hat. Ferner zeigen die Verfasser, daß die Kapazität des Kondensators bis zur Überschlagspannung als spannungsunabhängig anzusehen ist. Die Verfasser kommen zu dem Schluß, daß der Luftkondensator tatsächlich für Hochspannungsmeßzwecke den induktiven und Ohmschen Spannungsteilern gegenüber

Digitized by Google

ganz außerordentliche Vorzüge besitzt. (B. G. Churcher u. C. Dannatt, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 1019.) *HM.*

Leistung des Fahy-Simplex-Permeameters. — Das für magnetische Untersuchungen wegen seiner einfachen Handhabung heute allgemein üblich gewordene Fahy-Simplex-Permeameter wird von R. L. Sanford verglichen mit dem seither als Normalinstrument anerkannten Burrows-Permeameter, u. zw. mit Hilfe von besonders homogenen Probestäben. Das Simplex-Instrument arbeitet an homogenen Stäben auf ungefähr 2 % genau, wo das Burrows-Permeameter auf 1 % genau arbeitet; dafür ergibt an ungleichförmigen Probestücken das Simplex-Instrument weit zuverlässigere Ergebnisse als das außerordentlich empfindliche Burrows-Permeameter. Die Versuchsergebnisse rechtfertigen die Weiterverwendung des Simplex-Permeameters für allgemeine magnetische Messungen.

Das Instrument wird eingehend beschrieben. Die Genauigkeit der Messungen unter normalen Versuchsbedingungen und die möglichen Fehlerquellen werden untersucht. Der Einfluß der Länge, des Querschnitts, des Kontaktwiderstandes und der Inhomogenität einer Probe auf den Meßwert wird bestimmt und in den für die Herstellung der Probestücke normalen Grenzen als vernachlässigbar gefunden. (R. L. Sanford, Bur. Stand. J. Res. Bd. 4, S. 703.) *Krz.*

Beleuchtung.

Fortschritte im Beleuchtungswesen Amerikas im Jahre 1932. — Untersuchungen über Licht und Sehen. Eine Reihe physiologischer Untersuchungen haben gezeigt, daß die Güte der Produktion mit der Verbesserung der Beleuchtungseinrichtungen steigt, daß der Ermüdungszustand des Auges und des Gesamtorganismus bei guter Beleuchtung schwindet, und damit die Güte der Produktion sich erhöht.

Neue Lichtquellen. Im Verlaufe des Berichtsjahres sind die ersten Versuche zur Einführung der Natriumröhren in die Praxis, insbesondere bei der Beleuchtung von Kraftverkehrstraßen, mit gutem Erfolge gemacht worden. Neu entwickelt wurden in Deutschland sog. Hochdruck-Quecksilberröhren mit selbsttätiger Zündung. Für die Photo- und Kinoaufnahme im Heim sind neue Glühlampen mittlerer Leistungsaufnahme und verhältnismäßig hoher Lichtstärke gebaut worden. Entsprechend der erhöhten Lichtausbeute ist die Lebensdauer gegenüber den bisher bekannten Photoaufnahmelampen verkürzt.

Ultraviolette Strahlung. Es wurden Anstrichfarben entwickelt, deren Reflexionsvermögen im biologischen UV. 50 % beträgt, und die infolgedessen für Räume, in denen neben dem sichtbaren Licht auch ultraviolettes Licht zur Beleuchtung benutzt wird, besonders geeignet sind. In Amerika haben die Lampen mit Wolframwendel und Quecksilberbogen-Entladung (Typ der Solarca-Lampe) für die Heimbestrahlung bereits weitgehende Verbreitung gefunden.

Kinoprojektion. Es ist eine große Reihe von Lampentypen für Schmalfilmprojektoren entwickelt worden. Insbesondere wird auf eine Lampe hingewiesen, deren Leuchtkörperwendeln derart in zwei Ebenen angeordnet sind, daß in der Aufsicht senkrecht zu diesen beiden Ebenen die Wendellücken der vorderen Ebene durch die hinteren Wendeln gerade ausgefüllt werden.

Beleuchtung im Freien. In Amerika hat das Interesse für Anstrahlungsanlagen in Gärten und Parks stark zugenommen. Die Beleuchtung für Sportplätze, besonders für Baseballplätze hat große Fortschritte gemacht. Von der englischen Armee ist eine besonders starke Scheinwerferanlage in Benutzung genommen worden, die als die stärkste der Welt bezeichnet wird: 3 m-Spiegel, mit einer 500 A-Bogenlampe.

Straßenbeleuchtung. Die Einschränkung der Straßenbeleuchtung in vielen amerikanischen Städten hat sich als sehr unwirtschaftlich erwiesen, da Straßenunfälle und Verbrechen, wie statistisch festgestellt, erheblich zugenommen haben. In verschiedenen Gegenden Amerikas sind Überlandstraßen von beträchtlicher Länge mit Beleuchtungsanlagen versehen worden. An vielen Stellen ist man dazu übergegangen, die Auswechslung der Straßenbeleuchtungslampen in bestimmten Zeiträumen vorzunehmen, um zu vermeiden, daß durch Ausfall einiger Lampen oder durch zu starke Lichtabnahme die Beleuchtung sich verschlechtert.

Kraftfahrzeug-Beleuchtung. In Amerika ist eine unsymmetrische Beleuchtungsvorrichtung für Kraftfahrzeuge vereinzelt eingeführt worden. Bei der Begegnung wird nur der linke Scheinwerfer abgeblendet, der rechte dagegen unter gleichzeitiger Neigung des Lichtbüschels in seiner Lichtstärke sogar erhöht. Es ist eine Lampe mit drei Leuchtkörpern hierfür erforderlich. (Die Vorrichtung ist recht kompliziert und dürfte daher kaum weitere Verbreitung finden. Bem. d. Ref.)

Flugverkehrsbeleuchtung. Die Zahl der befeuerten amerikanischen Flughäfen hat sich von 650 auf 685 erhöht, mehr als 3200 Flugstreckenkilometer sind neu befeuert worden. (W. C. Brown, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27, S. 725.) *F. Bn.*

Fernmeldetechnik.

Wirkungsgrad von elektromagnetischen und elektrodynamischen Lautsprechern. — Als Wirkungsgrad eines Lautsprechers wird das Verhältnis von abgestrahlter akustischer Leistung L_a zu zugeführter elektrischer Leistung L_e definiert: $\eta = L_a : L_e$. Die elektrische Leistung L_e wird direkt mittels eines thermischen Wattmeters gemessen. Aus dem Schalldruck, der mit einem Kondensatormikrophon punktweise im Schallfeld bestimmt wird, läßt sich für jeden Punkt die akustische Leistung berechnen, und aus der Integration der Einzelwerte über das Schallfeld ergibt sich die akustische Leistung L_a des Lautsprechers. Das zur Messung des Schalldruckes benutzte Kondensatormikrophon wird mittels einer in absoluten Einheiten berechneten Rayleighschen Scheibe und eines Schallsenders, dessen Geschwindigkeitsamplitude nach Messung der Bewegungsamplitude berechnet werden konnte, geeicht. Mit Hilfe des Kondensatormikrophons konnte die Messung von drei elektrodynamischen und zwei elektromagnetischen Lautsprechern im Freien (senkrecht nach oben strahlend) unter Vermeidung von Reflexionen durchgeführt werden. Der Wirkungsgrad von elektrodynamischen Lautsprechern ergab sich zu 1 ··· 6 %, von elektromagnetischen zu 0,3 ··· 2 %. (W. Heimann, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9, S. 302.) *Sb.*

Rundfunk und Stromlieferung. — Nach den Statistiken des Weltrundfunkvereins, die er für die vorjährige Weltrundfunkkonferenz in Madrid bearbeitet hat, gibt es gegenwärtig 140 Mill Rundfunkhörer auf der Welt. Seit

Stromverbrauchsteigerung durch Rundfunk.

Abnehmer mit Jahresverbrauch (gerechnet ohne Rundfunk) kWh	Anzahl	Jahresverbrauch ohne Rundfunk kWh		Jahresverbrauch mit Rundfunk kWh		Zunahme		Zunahme in %
		Gesamt	Mittel	Gesamt	Mittel	Gesamt	Mittel	
Kleinabnehmer:								
Verbrauch weniger als 100 . .	11	1 044	95	1 505	137	461	42	15
101 ··· 200	161	23 492	146	31 060	193	7568	47	32,5
201 ··· 300	77	18 521	240	23 448	304	4927	64	27,5
mittlere Abnehmer								
301 ··· 400	39	13 746	354	20 146	517	6400	163	46
401 ··· 500	15	6 677	440	8 066	535	1389	95	21,2
501 ··· 600	11	6 045	550	6 648	605	603	55	10
601 ··· 700	10	6 457	646	7 282	728	825	82	12,7
Großabnehmer:								
701 ··· 800	5	3 735	745	3 974	795	239	50	6,5
801 ··· 900	3	2 581	860	2 691	897	110	37	4,4
901 ··· 1000	7	6 555	936	7 181	1026	626	89	10,1
1001 ··· 1500	6	6 869	1145	7 642	1274	773	129	11,2
über 1500	2	4 399	2199	4 605	2302	206	103	4,6
Gesamt und Mittel:	347	100 121	288	124 248	358	24 127	70	24

Digitized by Google

1919, als das erste regelmäßige Rundfunkprogramm von Montreal aus verbreitet wurde, sind in 34,5 Mill Haushalten Empfangsgeräte aufgestellt worden. Von diesen entfällt die Hälfte auf Nordamerika und fast der ganze übrige Prozentsatz auf Europa. Der jährliche Stromverbrauch für Rundfunkzwecke stellt sich auf 1573,2 Mill kWh.

Eine interessante Statistik über den Wert der Hörer für den Energieabsatz eines Elektrizitätswerkes veröffentlicht A. Civita. Man hat über den jährlichen Mehrverbrauch von 347 Stromabnehmern, die Rundfunkgeräte haben, in einer Stadt von 120 000 Einwohnern in Mittelitalien Ermittlungen angestellt, und es ergaben sich die Werte der vorstehenden Zahlentafel. Aus derselben ist ersichtlich, daß bei den 347 Radiohörern eine mittlere Erhöhung des Energieverbrauches von 24 % eingetreten ist. Man kann annehmen, daß alle Radiohörer durch den Empfangsapparat eine Mehrenergie von durchschnittlich 70 kWh verbrauchen. Die Zahlentafel zeigt, daß von den 347 Hörern 71,6 % auf Kleinverbrauch entfallen, 21,65 % auf solche mittleren Verbrauches und kaum 6,7 % auf Großverbraucher. (A. Civita, Energia elettr. Bd. 9, S. 786.) *Gth. — Rtz.*

Über einen Gleichstromverstärker. — Nach einigen allgemeinen Betrachtungen über die Verstärker für Gleichspannung wird eine besondere Art dieser Klasse behandelt, die zwei nach dem System von Loftin und White verbundene Stufen besitzt, wobei für zwei oder nötigenfalls mehrere Röhren die Gitter- und Anodenspannungen geeigneten Anzapfungen einer einzigen Batterie entnommen werden.

Die dem System der zwei so verbundenen Röhren gleichwertigen Elemente werden berechnet und die Beziehungen zwischen den Batteriespannungen und den Arbeitspannungen der Trioden unter Zugrundelegung bestimmter Werte der übrigen Stromkreiselemente angegeben. Schließlich werden einige Anwendungen dieser Anordnung bei Messungen photoelektrischer Zellen beschrieben und andere Anwendungsmöglichkeiten erwähnt. (A. Bressi, Alta Frequenza Bd. 1, S. 52.) *Gth.*

Werkstatt und Baustoffe.

Sinterkorund. — Die keramischen Isolierstoffe wie Porzellan und Steatit haben die störende Eigenschaft, daß ihre bei normaler Temperatur befriedigende Festigkeit und Isolierfähigkeit bei hohen Temperaturen stark nachlassen, und daß ihre Wärmeleitfähigkeit nur gering ist. Die Arbeiten von Siemens & Halske, in dieser Beziehung Abhilfe zu schaffen, haben zu einem neuen Werkstoff, dem sog. Sinterkorund geführt. Er wird aus reinem Aluminiumoxyd zu einem völlig kristallenen Körper gesintert, der äußerlich dem Porzellan zwar ähnlich sieht, in der Struktur und in den Eigenschaften aber völlig davon verschieden ist. Er enthält keine glasige Grundmasse, die als die Ursache der raschen Verschlechterung der mechanischen und elektrischen Eigenschaften beim Erreichen bestimmter Temperaturen anzusehen ist; die Brenntemperatur beträgt nahezu 1800 ° C. Die Wärmeleitfähigkeit ist bei 16 ° C etwa 20mal so hoch wie beim Porzellan. Die Unempfindlichkeit gegen Temperaturwechsel kann man daraus entnehmen, daß man einen Gegenstand aus Sinterkorund rot glühend in kaltem Wasser ohne Beschädigung abschrecken kann. Der spezifische Widerstand beträgt bei 400 ° C etwa das 100 000fache des Porzellans, bei 700 ° C etwa das 100fache vom geschmolzenen Quarz. Wegen seiner Härte (9 nach Mohs-Skala) ist er ferner für Schnittwerkzeuge, Abziehsteine usw. geeignet. Seine hervorragenden Eigenschaften beweist er vor allem als Isolierstein bei Zündkerzen und überall dort, wo sein elektrisches Isolationsvermögen bei sehr hohen Temperaturen ausgenutzt wird. Mit Sinterkorund kann man z. B. der oft gestellten Forderung genügen, daß ein elektrischer Lötkolben in glühendem Zustand herunterfallen darf, ohne daß der Träger des Heizkörpers zerbricht. Da es sich um einen lichtbogenfesten Isolierstoff handelt, dürfte sich auch auf dem Gebiet des Elektroofenbaues mit dem neuen Material noch mancher Fortschritt erreichen lassen. *Ka.*

Verschiedenes.

Jubiläum. — Die C. J. Vogel Draht- und Kabelwerke Akt.-Ges. kann in diesem Jahre auf ein 75jähriges Bestehen zurückblicken. 1858 gründete Carl Julius Vogel in Berlin eine Telegraphendrahtfabrik, deren Betrieb bereits 1864 erweitert werden mußte, und als 1883 bzw. 1886 die Söhne des Gründers Max und Otto Vogel in das Unternehmen eintraten, wurde unter neuer Erweiterung von dem bis dahin üblichen Handantrieb auf Antrieb durch Gasmotor übergegangen. 1889 wurde die Fabrikation wieder vergrößert und nach Adlershof bei Berlin verlegt. Während die Firma sich bisher nur mit der Herstellung von Schwachstromleitungen beschäftigt hatte, wurde etwa nach 1897, als die offene Handelsgesellschaft in eine AG. umgewandelt worden war, auch die Herstellung von Starkstromleitungen aufgenommen und später auf Stark- und Schwachstromkabel ausgedehnt (Bleikabelwerk bei Köpenick, 1916). Die Firma hat auch in erheblichem Umfange Pionierarbeit auf ihrem Gebiet leisten müssen und hat z. B. als erstes deutsches Unternehmen Emaildrähte hergestellt (1903). Der Herstellungsplan umfaßt heute sämtliche isolierten Drähte vom feinsten seidebesponnenen Draht bis zum Höchstspannungskabel, 1500paarigen Fernsprechkabel u. dgl.

Internationale Passungsnormen. — Der Deutsche Normenausschuß hat vor kurzem den ersten Teil einer umfangreichen Arbeit, die für die deutsche Industrie von größter Bedeutung ist, mit der Herausgabe der Normblätter über ISA-Passungen abgeschlossen. Die nunmehr im Rahmen der International Federation of the National Standardizing Associations (ISA) durchgeführten Arbeiten haben an Stelle der verschiedenen Paßsysteme ein einziges internationales gesetzt, das folgende Länder gutgeheißen haben: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Holland, Italien, Japan, Norwegen, Österreich, Polen, Schweden, Schweiz, Tschechoslowakei und Ungarn.

Der Deutsche Normenausschuß hat sich entschlossen, den Teil der internationalen Passungsnormen, der endgültig festliegt, schon jetzt als deutsche Normen herauszugeben. Der deutschen Industrie soll dadurch Gelegenheit gegeben werden, sich mit den internationalen Festlegungen vertraut zu machen, ihre Einführung vorzubereiten und vor allen Dingen sich für Anfragen und Aufträge nach ISA-Passungen aus dem Auslande zu rüsten. *of*

AUS LETZTER ZEIT.

Österreich. Projekt eines Fernkabels nach Passau. — Nach Äußerungen des Handelsministers wird (gemäß Ind. Handelszg.) demnächst der seit längerer Zeit geplante Ausbau des österreichischen Fernkabelnetzes in Angriff genommen werden. Es kommt zunächst die Legung eines Stranges von 98 Leitungspaaren von Wien nach Passau in Betracht, die sowohl dem österreichisch-deutschen als auch dem Transit-Fernsprechverkehr dienen sollen. Die Entfernung beträgt rd. 270 km.

Schanghai. Steigerung der Fabrikation von Schwachstromapparaten. — Laut Mitteilung des dortigen Verkehrsministeriums soll der Schanghaier Betrieb zur Fabrikation von Telegraphenapparaten erweitert werden, um fortan auch Telephonapparate herzustellen. In Anbetracht der infolge der ungünstigen Währungsverhältnisse außerordentlich teueren Auslandsprodukte hat das Ministerium beschlossen, den Bedarf möglichst durch eigene Erzeugung zu decken.

Ausbau der Wasserkräfte in Island. — In Island ist kürzlich eine Schwedisch-Isländische Aktiengesellschaft zwecks Ausbaus eines Teiles der Wasserkräfte auf Südwest-Island gegründet worden. Die Gesellschaft hat der Stadt Reykjavik ein Angebot zur Belieferung mit elektrischer Energie unterbreitet. Ein schwedischer Sachverständiger, der sich gegenwärtig in Reykjavik aufhält, schätzt die Kosten der Anlage auf rd. 2¼ Mill RM. Man hofft, im Sommer mit der Errichtung der Kraftanlage beginnen zu können; zunächst soll eine Turbinenleistung von 10 000 PS ausgebaut werden.

Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Ges. — Der Schnelltriebwagen der Reichsbahn[1] wird in dieser Woche seine angekündigten Versuchsfahrten auf der Thüringer Gebirgstrecke durchführen, u. zw. werden diese Erprobungen zwischen Saalfeld—Probstzella—Bamberg erfolgen, auf welcher Strecke starke Steigungen und kleine Krümmungen vorhanden sind. Es handelt sich darum, neben der Durchführung von Bremsversuchen auch das Verhalten der Motoren des Schnelltriebwagens auf ansteigender Strecke zu beobachten. An den Dispositionen, die die Indienststellung des „Fliegenden Hanseaten" mit Beginn des Sommerfahrplans vorsehen, hat sich bisher nichts geändert.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 239.

Digitized by Google

Stadt-, Ring- und Vorortbahnenverkehr Berlins. — Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft beförderte im Januar auf den Stadt-, Ring- und Vorortbahnen Berlins 28 361 186 Personen. Im gleichen Monat des Vorjahres wurden 32 147 517 Personen befördert. Der Verkehrsrückgang von 11 % findet — wie in den Vormonaten — in der Arbeitslosigkeit seine Begründung.

Ausschreibung für die Elektrisierung der Zentralbahn von Brasilien. — Der neue Termin für die Offerteneinreichung zum Projekt der Zentralbahn-Elektrisierung ist am 15. II. abgelaufen. Die Einreichung hat, bis auf die diesmal rechtzeitige Teilnahme der Schweizer Firma, die seinerzeit ausgeschieden war, nichts Neues ergeben. Es sind demnach an der Ausschreibung folgende Firmen beteiligt: AEG Companhia Brasileira de Electricidade, Metropolitan Electrical Vickers Export Company Ltd., Sociedade Commercial e Industrial Suissa no Brasil, General Electric S. A., Siemens-Schuckert S. A. und ein italienischer Konzern unter Führung der Ansaldo S. A. Die Prüfung der Angebote hat die Zulassung sämtlicher Firmen ergeben. Die Öffnung der Offerten wird am 13. III. erfolgen.

Überseeaufträge für die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft. — Die AEG hat in letzter Zeit in schärfstem Wettbewerb mit ausländischer Konkurrenz Aufträge auf Kraftwerkseinrichtungen für eine Reihe von Industrieanlagen in Übersee erhalten. Hierfür sind u. a. zur Zeit 5 Dampfturbinen im Bau, darunter eine von 5000 kW Leistung für eine chinesische Textilfabrik und Abdampfturbinen für die Ölraffinerie der argentinischen Regierung in La Plata, für welche die AEG in den letzten Jahren schon mehrere Anlagen ausgeführt hat.

Polen. Brown-Boveri-Werke. — Die Mitte vorigen Jahres umgegründeten Elektromechanischen Werkstätten Rohn-Zielinski A.G., Lizenz Brown Boveri in Warschau, welche damals die Zychliner Fabrik von der Brown Boveri AG. in Polen erwarben, und an denen sich die Stammfirma Brown Boveri in Baden, Schweiz, im Werte des Kaufpreises der Fabrik beteiligte, haben jetzt auch die Motorenfabrik des Brown-Boveri-Konzerns in Teschen übernommen, die seit länger als einem Jahr stillgelegt war. Die Teschener Fabrik soll Mitte März die Serienfabrikation von Elektromotoren in der Stärke von 0,3 ··· 40 PS wieder aufnehmen.

Rußland. Kündigung des General Electric-Vertrages. — Die Gesellschaft Amtorg hat den Vertrag mit der General Electric Co. gekündigt. Die Kündigung erfolgte, weil die Sowjetregierung einen Teil der Einfuhr der Elektrizitätsindustrie nach Rußland verboten hat, da die heimische Industrie selbst genügend produziere.

Borsigs Nachfolger im Reichswirtschaftsrat. — An Stelle des Geh. Kommerzienrats Dr.-Ing. E. h. Ernst von Borsig ist Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Carl Köttgen, Vorsitzender des Direktoriums der Siemens-Schuckertwerke AG., als Mitglied des Vorläufigen Reichswirtschaftsrats einberufen worden.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Prüfbefugnis des Patentamtes im Beschwerdeverfahren. — Im Einspruchsverfahren vor dem Patentamt war es bisher ständige Praxis, daß bei Zurückziehung einer Beschwerde gegen einen das Patent erteilenden Beschluß der Anmeldeabteilung das Verfahren als beendet angesehen wurde, so daß nunmehr der Beschluß der Anmeldeabteilung maßgebend war, ohne daß die Beschwerdeabteilung eine Entscheidung zur Sache selbst treffen konnte. Dadurch konnte ein Patent erteilt werden, obgleich im Verfahren vor der Beschwerdeabteilung patenthinderndes Material vorgelegt sein konnte. Ein solcher Fall war der Anlaß dazu, daß die Beschwerdeabteilung I durch Beschluß vom 18. V. 1932, nachdem eine Einsprechende ihre gegen den Patenterteilungsbeschluß erhobene Beschwerde im Laufe des Beschwerdeverfahrens zurückgezogen hatte, das Prüfungsverfahren fortsetzte und das Patent unter Aufhebung des erstinstanzlichen Erteilungsbeschlusses versagte.

Um eine einheitliche Rechtsprechung des Patentamtes herbeizuführen, ist daraufhin von der Anmeldeabteilung VIII a eine Entscheidung des Großen Senats vom 18. X. 1932 herbeigeführt worden, der den vorerwähnten Beschluß der Beschwerdeabteilung billigte und somit den neuen Grundsatz aufstellte, daß das Beschwerdeverfahren gemäß § 26 P.G. durch die Zurückziehung der Beschwerde des Einsprechenden nicht beendet wird. Die Beschwerdeabteilung kann also auch bei Zurückziehung der Beschwerde den Anmeldungsgegenstand weiter auf Patentfähigkeit prüfen, so daß, wenn einmal eine Beschwerde eingelegt ist, das Verfahren nur durch eine ordentliche sachliche Entscheidung der Beschwerdeabteilung abgeschlossen werden kann.

In der ausführlichen Begründung dieses Beschlusses ist ausgeführt worden, daß durch ordnungsgemäße Einlegung einer Beschwerde die Rechtskraft des Erteilungsbeschlusses der Anmeldeabteilung aufgehoben worden sei, daß aber andererseits durch eine aus irgendeinem Grunde unzulässige Beschwerde eine neue sachliche Prüfung durch die Beschwerdeabteilung überhaupt nicht in Gang gesetzt werden kann. Ebenso gilt der vom Großen Senat aufgestellte Grundsatz auch nicht für einen auf widerrechtliche Entnahme gestützten Einspruch, da dieser Einspruchsgrund nur so lange zu berücksichtigen ist, als der Verletzte seinen Einspruch aufrecht erhält.

Der Beschluß wird durch sehr eingehende rechtliche Erwägungen über die Frage gestützt, inwieweit die im allgemeinen für das Patenterteilungsverfahren geltenden Grundsätze der Zivilprozeßordnung für das Beschwerdeverfahren zu gelten haben. Aus im wesentlichen praktischen Gründen kommt dann der Große Senat zu dem oben angegebenen Ergebnis.

Dieses ist schon vorher, nachdem die vorerwähnte Entscheidung der Beschwerdeabteilung herausgekommen war, in der Literatur zum Teil angegriffen worden, u. a. von dem bekannten Kommentator Isay. Es läßt sich, je nachdem man die Entscheidung mehr nach theoretischen oder praktischen Gesichtspunkten trifft, in der Tat auch vieles für die bisherige Auffassung vorbringen, mit der ja immerhin das Patentamt Jahrzehnte hindurch gearbeitet hat, ohne daß erhebliche Bedenken gegen diese Auffassung vorgebracht sind. Praktisch hat allerdings die Entscheidung des Großen Senats manches für sich. Es war in hohem Maße unbefriedigend, daß die Beschwerdeabteilung gegen eine ins Beschwerdeverfahren gelangte Patentanmeldung nichts veranlassen konnte, deren Nichtpatentfähigkeit durch neu vorgelegtes Material unzweifelhaft geworden ist. Die Allgemeinheit kann kein Interesse daran haben, daß lediglich aus formellen Gründen Patente erteilt werden, die von vornherein mit dem Makel der Nichtpatentfähigkeit behaftet sind und keiner ernsten Nachprüfung standhalten können. Das Prüfverfahren des Patentamtes steht sonst grundsätzlich auf dem Standpunkt, daß jede patentschädliche Tatsache berücksichtigt werden muß, die bis zum endgültigen Abschluß des Prüfungsverfahrens zur Kenntnis des Patentamtes gelangt. Lediglich das Beschwerdeverfahren im Einspruch stand unter der vorerwähnten Sonderregelung, die nunmehr beseitigt worden ist. Die bisherige Regelung führte zu der unerwünschten Folgerung, daß bei Vorliegen ernsten Materials der Anmelder sich mit dem Einsprechenden privat einigte, worauf dieser seine Beschwerde zurückzog. Dann mußte das Patentamt mit sehenden Augen ein Patent erteilen, das offensichtlich nicht patentfähig war. Diese Möglichkeit beseitigt die neue Entscheidung des Großen Senats.

Ausübung von Patenten in Griechenland. — Nach dem griechischen Patentgesetz kann ein Patentinhaber, der innerhalb von drei Jahren vom Inkrafttreten des Patents eine genügende Ausübung seiner Erfindung in Griechenland „ohne Grund" unterläßt, sein Patent infolge Klage eines Dritten verlieren. Ein Ministerialdekret vom 17. XI. 1932 legt nun die Worte „ohne Grund" so aus, daß als Rechtfertigung einer nicht genügenden Ausübung des Patents von Zeit zu Zeit erfolgte Anzeigen in den Zeitungen und Zeitschriften der Hauptstadt, unterstützt durch direkte Offerten an interessierte Firmen, über Abtretung von Ausübungslizenzen gelten können.

Damit ist regierungseitig geklärt, daß eine solche formelle Ausübung genügt. Diese Milderung wird insbesondere in der Zeit der Weltkrise von den ausländischen Patentinhabern angenehm empfunden werden. Auf der anderen Seite beweist aber der Umstand, daß man genötigt ist, sich auf solche formellen Nachweise zu beschränken, am besten, wie aussichtslos die Versuche zahlreicher Staaten sind, auf dem Wege über den Ausübungszwang eine Industrialisierung ihres Landes zu erzwingen.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin †.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 28. März 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. Koeppen über: „Dieselelektrische Fahrzeugantriebe".

Inhaltsangabe:

Zunächst wird die dieselelektrische Übertragung mit der mechanischen verglichen und an Hand von Schaubildern die Überlegenheit der elektrischen nachgewiesen. Dann wird der Grundgedanke der elektrischen Übertragung dargelegt; an Hand von einigen Schaltzeichnungen werden die hauptsächlichsten Systeme der elektrischen Übertragung und ihre Wirkungsweise erläutert. Diese Darlegungen sollen vor allem zeigen, daß bei einer elektrischen Übertragung der Dieselmotor über einen großen Arbeitsbereich nahezu voll ausgenutzt wird und weit günstiger beansprucht wird als bei einer mechanischen Übertragung. Die Zusammenarbeit zwischen Dieselmotor und der elektrischen Übertragung wird besonders veranschaulicht. Nach diesen theoretischen Darlegungen werden zahlreiche ausgeführte diesel- und benzinelektrische Triebwagen mit den zugehörigen Maschinensätzen gezeigt und erläutert.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden. Ohne Karten kein Zutritt.

Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Ordentliche Sitzung

am 28. Februar 1933 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Ministerialdirektor Prof. Dr.-Ing. Dr. phil. Gleichmann.

Vorsitzender: Meine sehr geehrten Damen und Herren! Der Herr Vereinsvorsitzende ist zu seinem Bedauern verhindert, die heutige Sitzung zu leiten. Er hat mich gebeten, dies zu tun. In seinem Namen eröffne ich die Sitzung und heiße Sie alle, namentlich die Gäste, recht herzlich willkommen.

Seit der Jahresversammlung sind 18 Anmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier zur Einsicht aus.

Zunächst einige geschäftliche Mitteilungen! In der nächsten ordentlichen Sitzung am 28. März wird Herr Dr. Lebrecht vortragen über: „Gleichrichteranlagen in der Zwölfphasenschaltung"; in der Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken wird am 14. März Herr Obering. Calliess sprechen über: „Einiges aus der Elektrizitätsverteilung über große Gebiete". Dann möchte ich noch hervorheben, was schon mehrmals geschehen ist, daß der Elektrotechnische Verein außer den Gastkarten für einzelne Vorträge zum Betrage von 1 RM auch Dauergastkarten, und zwar Jahreskarten zum Preise von 8 RM und Halbjahreskarten zum Preise von 4 RM ausgibt. Diese berechtigen zum Besuche von sämtlichen Vorträgen und Besichtigungen unseres Vereins. Sie haben aber den großen Nutzen, daß ihre Inhaber auf Grund dieser Karten unsere Zeitschriftensammlung und unsere Bibliothek benutzen können, die sich im Ingenieurhaus in der Friedrich-Ebert-Straße 27 befinden. Auch ist der Verein Deutscher Ingenieure so liebenswürdig, diesen Herren zu gestatten, die eigene Bibliothek des Vereins Deutscher Ingenieure zu benutzen.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu dem Bericht der Rechnungsprüfer. In der letzten Jahresversammlung ist beschlossen worden, daß die Einnahmen und Ausgaben und die Gewinn- und Verlustrechnung des Vereins von zwei Rechnungsprüfern geprüft werden sollen. Als Rechnungsprüfer sind gewählt worden die Herren Baurat Dr. Paul Meyer und Obering. Lux. Herr Oberingenieur Lux ist anwesend und wird wohl die Liebenswürdigkeit haben, uns das Ergebnis der Prüfung mitzuteilen. Ich bitte ihn, das Wort zu nehmen.

Herr Lux: Wie alljährlich, so wurde auch heuer die vom Schatzmeister hier vorgelegte Bilanz sowie die Rechnungsführung einer eingehenden Prüfung in Gegenüberstellung mit den Büchern und den Rechnungsbelegen unterzogen. Beanstandungen irgendwelcher Art haben sich dabei nicht ergeben. Den Rechnungsprüfern bleibt also nur übrig der Antrag an die Versammlung, dem Schatzmeister und der Rechnungsführung die übliche Entlastung für das Rechnungsjahr 1932 auszusprechen.

Vorsitzender: Wünscht einer der Herren das Wort zu diesen Mitteilungen? Da das nicht der Fall ist, stelle ich fest, daß der Verein den Vorstand entlastet hat. Es erübrigt sich mir noch, den Herren Rechnungsprüfern den allerbesten Dank auszusprechen für die Mühewaltung, die sie bei der Prüfung gehabt haben. Es ist mir mitgeteilt worden, daß sie ihre Arbeit sehr ernst genommen und sich sehr viele Stunden in sie vertieft haben. (Beifall.)

Wir kommen nun zum dritten Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Oberbaurat Kyser aus Weimar über: „Die Saaletalsperre". (Beifall.) Zunächst möchte ich Herrn Oberbaurat Kyser hier recht herzlich willkommen heißen und ihn im Namen des Vereins begrüßen. Ich möchte ihm auch dafür danken, daß er zu uns gekommen ist, um uns einen Vortrag zu halten über das jüngste und größte Wasserbauwerk Deutschlands. Darf ich Herrn Oberbaurat Kyser bitten, das Wort zu seinem Vortrag zu nehmen? (Der mit sehr großem Beifall aufgenommene Vortrag[1] folgt.)

Vorsitzender: Meine sehr geehrten Herren! Ich möchte Herrn Oberbaurat Kyser folgendes sagen: Die Stärke der Schallwellen, die von Ihrem Beifall ausging und an sein Ohr klang, wird ihm wohl gezeigt haben, welche große Freude er uns mit seinem Vortrag bereitet hat. Ich möchte ihn selbst zu dem Teil der Anlage, an dem er mitgewirkt hat, im Namen des Vereins beglückwünschen. Ich freue mich, daß ich auch den Leiter der bautechnischen Abteilung, Herrn Ministerialrat Dr. Sommer, der sich versteckt in die Mitte gesetzt hat, zu dem von ihm ausgeführten bautechnischen Teil der Sperre bglückwünschen kann. Denn hier ist wirklich ein Werk erstellt worden, das sich sehen lassen kann, und wir sind Herrn Oberbaurat Kyser sehr dankbar dafür, daß er den „Berg" zu uns hierher geführt hat, weil die „Mohammede", die unter uns weilen, wohl nicht alle in die Lage kommen werden, sich selbst dieses schöne Werk anzusehen. Ich möchte aber auch hervorheben, daß die deutsche Industrie hier Glänzendes geleistet hat, die Bauindustrie, die Maschinenindustrie und die Elektroindustrie. Meine Herren, solche Industrien dürfen nicht untergehen, denn hier ist kostbarer Geist und hervorragendes Wissen vorhanden. Ich möchte mich nur dem Wunsche anschließen, den Herr Kyser schon geäußert hat, daß die zweite Sperre auch möglichst bald gebaut wird. Es ist sehr erfreulich, daß beim Bau der Sperre einig und getreulich zusammengearbeitet worden ist, vom Reich, den beiden Ländern Preußen und Thüringen und 3 großen Elektrizitätsunternehmungen. Mehr kann man auf einmal nicht verlangen. Wie man gehört hat, hat es auch keinen Kurzschluß im Innern gegeben. Sonst hätte er sich nach außen ausgewirkt. Es mögen kleine Überspannungen aufgetreten sein; die sind aber sehr schnell abgebogen worden.

Wir haben in der Saaletalsperre einen wertvollen Zuwachs an Kraftwirtschaft in Deutschland erhalten. Jede Wasserkraft bedeutet eine Bereicherung des Kraftvorrats,

[1] Der Vortrag wird in der ETZ veröffentlicht.

Digitized by Google

denn sie ist unvergänglich und wird sich immer segensvoll auswirken. Es ist erfreulich, wenn man aus den letzten Statistiken liest, in welchem Maße die Wasserkraftanlagen an der Stromerzeugung beteiligt sind. Es sind vom Jahre 1929 bis zum Jahre 1931 die Mengen an Wasserkraft, in Kilowattstunden ausgedrückt, von 3,56 auf 4,36 Milliarden, also um über 20 % gestiegen. Nun ist zwar die Kraftwirtschaft in Deutschland — öffentliche und private Werke zusammengefaßt — in dieser Zeit von 30 auf etwa 25 Milliarden zurückgegangen, was bedauerlich ist. Aber die Beteiligung der Wasserkraftwerke hat wieder zugenommen; sie ist von 11,3 auf 16,5 % gestiegen. Damit kommt allerdings nicht die Zunahme der Kraft allein zum Ausdruck, sondern es ist hier auch zu berücksichtigen, daß man Wasserkraftwerke zunächst möglichst ausnutzt, um an Wärmekraft zu sparen. Daher wird auch ein Teil der Zunahme an Wasserkraft-Kilowattstunden hierdurch begründet sein.

Ich möchte nun fragen, ob einer der Herren das Wort zu nehmen wünscht, um noch zu dem Vortrag zu sprechen oder weitere Auskünfte zu erhalten. Ich möchte aber bitten, daß nur zu dem Vortrag gesprochen und nicht ein Parallelvortrag über eine neue Sperre gehalten wird. Es scheint so zu sein, daß Herr Oberbaurat Kyser in seinem sehr schönen und glänzenden Vortrag alle Wünsche erfüllt hat, da das Wort nicht begehrt wird. Dann möchte ich die Sitzung schließen, ohne zu unterlassen, nochmals darauf hinzuweisen, daß Herr Oberbaurat Kyser unseren allerherzlichsten Dank für seinen herrlichen, schönen Vortrag verdient. (Lebhafter Beifall)

Elektrotechnischer Verein
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Clebs, Karl, cand. ing., Bln.-Steglitz
Feuerhahn, Martin, stud. ing., Bln.-Steglitz
Heidecker, Hugo, Dr. phil., Ministerialrat, Bln.-Südende
Helbing, Fritz-Victor, cand. ing., Berlin
Henschel, Kurt, Elektrotechniker, Bln.-Schmargendorf
Jönköpings Kommunala Affärsverk, Jönköping
Kahlhardt, Hans, Ingenieur, Vacha/Röhn
List, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz
Melcher, Helmut, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Osterloh, Hermann, Ingenieur, Bad Kreuznach
Salem, Karsa, Obering., Bombay
Selenyi, Alexander, Dipl.-Ing., Santiago de Chile
Sorg, Karl, cand. electr., Darmstadt
Spithaler, Otto, Dipl.-Ing., Rio de Janeiro
Scheer, Georg, cand. electr., Darmstadt
Schmidt, Bernhard, Dipl.Ing., Bln.-Charlottenburg
Schulenburg, Wilhelm, Obering., Mexico
Schultz, Gebhard, stud. electr., Bln.-Charlottenburg

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Entwurf 1.

Änderungen bzw. Ergänzungen von §§ 7 und 11 in VDE 0101/1930.

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2."

Gültig ab 1. Juli 1933[1].

§ 7.

Transformatoren.

Die Vorschrift f) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„f) Öltransformatoren müssen in B. u. T. mit Ölkonservatoren versehen sein und in feuersicheren Räumen aufgestellt werden.

⚒ Vorrichtungen zur Aufnahme auslaufenden Öles und zur Löschung eines Brandes sind vorzusehen.

Bei Öltransformatoren unter 100 kVA können Erleichterungen zugelassen werden."

Die bisherige Vorschrift g), die als Absatz 2 in die neue Vorschrift f) übernommen ist, wird daher gestrichen. An ihre Stelle tritt eine neue Vorschrift g) folgenden Wortlautes:

[1] Angenommen durch ..... 19..

Bekanntmachungen.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Die Kommission veröffentlicht nachstehend einen Entwurf zu Änderungen bzw. Ergänzungen von §§ 7 und 11 in

VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2.".

Diese Änderungen bzw. Ergänzungen sind, da sie sich ausschließlich auf Bestimmungen für Bergwerke unter Tage erstrecken, auf Anregung und unter Mitwirkung der Bergbehörden in dem Bergwerkskomitee ausgearbeitet worden.

Diese Abänderungen bzw. Ergänzungen der V.E.S. 2. sollen dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1933 vorgelegt werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 30. April 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Der Ausschuß veröffentlicht nachstehend einen vom Unterausschuß für Stoßprüfung aufgestellten Entwurf zu

VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen".

Im Auftrage des Unterausschusses hat der Vorsitzende, Herr Prof. Marx, eine Einführung verfaßt, auf die in diesem Zusammenhang verwiesen wird.

Anregungen und Einsprüche werden in dreifacher Ausfertigung bis zum 15. Juli 1933 an die Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

⚒ „g) Öltransformatoren müssen in B. u. T. mit Überlastungs- oder Übertemperaturschutz ausgerüstet sein."

§ 11.

Schalter.

Dieser Paragraph erhält eine neue Vorschrift g) folgenden Wortlautes:

⚒ „g) Ölschalter mit selbsttätiger Überstromauslösung müssen in B. u. T. in feuersicheren Räumen aufgestellt werden, wenn die Schalter am Aufstellungsort mit mehr als 75 % ihrer Nennschaltleistung beansprucht werden können."

Die bisherigen Vorschriften g) ··· m) erhalten nunmehr die Kennbuchstaben h) ··· n).

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Einführung

zu VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen" im Auftrage des Unterausschusses für Stoßprüfung des Ausschusses für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Von Prof. Dr. E. Marx, Braunschweig.

1. Spannungsvorgänge bei Gewittern.

In Hochspannungsanlagen, die ganz oder zum Teil im Freien aufgebaut sind, werden erfahrungsgemäß die meisten Störungen durch Gewitter hervorgerufen. Blitzschläge in elektrischen Anlagen oder in ihrer Nähe erzeugen Wanderwellen, die an den einzelnen Anlageteilen sehr rasch ansteigende und in kurzer Zeit wieder abfallende Überspannungen zur Folge haben. Man bezeichnet solche kurzzeitigen Überspannungen als Spannungsstöße. Über den zeitlichen Verlauf der durch Gewitter erzeugten Spannungsstöße sind in den letzten

Digitized by Google

Jahren viele Messungen (mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen und Klydonographen) durchgeführt worden[1]. Es hat sich dabei ergeben, daß solche Spannungsstöße im allgemeinen aperiodisch verlaufen, daß die Anstiegsdauer zwischen 0,3 und mehreren Mikrosekunden liegt und daß die Zeit, während der sie eine für die betreffende Anlage gefährliche Höhe besitzen, von wenigen Mikrosekunden bis zu einigen 100 μs veränderlich ist.

2. Die künstliche Erzeugung von Spannungsstößen mit bestimmtem zeitlichen Verlauf.

Da solche Spannungsstöße, wie gesagt, für die meisten Hochspannungsanlagen die gefährlichste Spannungsart darstellen, ist es notwendig, bei der Beurteilung und Bemessung des elektrischen Sicherheitsgrades der einzelnen Anlageteile Spannungsstöße zugrunde zu legen. Es werden deshalb schon seit einer Reihe von Jahren sehr viele Untersuchungen über die Einwirkung von Spannungsstößen auf Hochspannungsnetze, auf Isolatoren und auf Wicklungen durchgeführt[2]. Bei diesen Untersuchungen werden die Spannungsstöße dadurch erzeugt, daß Kondensatoren ihre Ladung über Funkenstrecken auf das zu prüfende Objekt geben[3]. Wenn dabei eindeutige Ergebnisse erzielt werden sollen, dann muß der zeitliche Verlauf der Spannungsstöße bekannt und einstellbar sein. Es müssen besonders diejenigen charakteristischen Eigenschaften der Stöße festgelegt werden, die auf die Störungsmöglichkeiten (Überschlag- und Durchschlagspannungen) maßgebenden Einfluß besitzen. Es kommen in Frage:

1. Die Geschwindigkeit des Spannungsanstieges.
2. Die Zeit, während der die Augenblickswerte der Spannung höher liegen, als ein bestimmter Prozentsatz des Stoß-Scheitelwertes.
3. Die Tatsache, ob im Verlauf des Stoßes Schwingungen enthalten sind oder nicht.

In den nachstehenden Leitsätzen sind diese Eigenschaften gekennzeichnet durch die Werte der Stirndauer T_s, der Halbwertsdauer T_h und durch die Vorschrift, daß der Spannungsstoß aperiodisch verlaufen soll (s. Abb. 2, § 6). Die Größen T_s und T_h lassen sich unter stark vereinfachenden Annahmen leicht berechnen[4].

Auch die Forderung, daß die Spannungsstöße aperiodisch verlaufen sollen, läßt sich, wenigstens annähernd, erfüllen. An sich tritt, wenn man eine Kapazität (das Prüfobjekt) über eine Funkenstrecke an eine Spannungsquelle mit konstanter Spannung (als eine solche kann annäherungsweise die Stoßkapazität C_s angesehen werden) anschließt, infolge der stets vorhandenen Induktivität der Anordnung eine quasistationäre Schwingung auf. Diese läßt sich dadurch vermeiden, daß der Dämpfungswiderstand größer als der kritische Widerstand gemacht wird [Formel (2), § 8]. Es besteht jedoch, insbesondere bei langen Leitungen, außerdem die Gefahr von Wanderwellenschwingungen. Um diese klein zu halten, ist es notwendig, die gesamte Stoßanlage mit möglichst kurzen Leitungen auszurüsten und den Prüfling nahe an die Prüfanlage heranzurücken. Außerdem hat es sich bei Anlagen für sehr hohe Spannungen als nützlich erwiesen, den Widerstand R_d in einzelne kleine Widerstände zu unterteilen und diese an verschiedene Stellen der Prüfanlage einzubauen. Es ist durch Kathodenstrahl-Oszillogramme nachgewiesen worden, daß der Stoßspannungsverlauf dann aperiodisch wird[5].

Bei dem Entwurf der nachstehenden Leitsätze mußte natürlich auf die bereits bestehenden Stoßprüfanlagen Rücksicht genommen werden. Es ist bei solchen Anlagen, wenn sie mit möglichst kurzen Leitungen ausgeführt sind, im allgemeinen nur notwendig, die Widerstände R_d und R_e einzubauen und richtig zu bemessen, wenn bestimmte Spannungskurven erzielt werden sollen.

Da, wie oben angegeben wurde, die bei Gewitter auftretenden Spannungsstöße in der Stirndauer und der Halbwertsdauer stark schwanken, müssen auch Prüfungen mit zeitlich verschieden verlaufenden Spannungsstößen durchgeführt werden. Will man es z. B. erreichen, daß Spannungsstöße nur an einer bestimmten Stelle einer Hochspannungsanlage zum Überschlag führen, so muß man sich durch Prüfungen mit Spannungsstößen vergewissern, daß diese Stelle bei allen praktisch vorkommenden Stößen eine geringere Überschlagspannung besitzt als die sämtlichen anderen Teile der Anlage. Es ist deshalb eine größere Zahl von Werten für Stirn- und Halbwertsdauer empfohlen, die Werte $T_s = 0{,}5\ \mu s$, $T_h = 50\ \mu s$ sollen als bevorzugt gelten (§ 7).

3. Einfluß des Spannungsverlaufes auf die Durchschlag- und Überschlagspannungen.

Die Durchschlagspannung von Gasstrecken ist im allgemeinen um so höher, je kleiner die Halbwertsdauer des Spannungsstoßes ist. Dieser Einfluß der Halbwertsdauer ist um so größer, je stärker sich das elektrische Feld der betreffenden Anordnung von einem homogenen Feld unterscheidet. Die Durchschlagspannung ist im allgemeinen niedriger, wenn die stärker gekrümmte Elektrode positiv ist als bei umgekehrter Polarität. Der Unterschied zwischen den Durchschlagspannungen kann insbesondere bei starker Verschiedenheit der Gestalt der beiden Elektroden recht beträchtlich sein, so daß wichtige Prüfungen mit beiden Polaritäten durchgeführt werden müssen. Die Durchschlagspannungen von festen und flüssigen Isolierstoffen sind, soweit bisher bekannt ist, weniger stark vom zeitlichen Stoßspannungsverlauf abhängig als das bei Gasen der Fall ist. Im übrigen scheinen grundsätzlich die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie bei Gasen vorzuliegen.

Auch bezüglich der Überschlagspannung von Isolatoren gilt grundsätzlich das gleiche, was über die Durchschlagspannung von Gasen gesagt wurde. Neben der Elektrodenform ist jedoch außerdem die Oberflächenform des Isolators von großem Einfluß; Polaritätsunterschiede bestehen ebenfalls. Die Stoßüberschlagspannung wird von einer Beregnung oder Verschmutzung viel weniger beeinflußt als die Überschlagswechselspannung. Im allgemeinen kann bei Stößen der Einfluß von Regen ganz vernachlässigt werden.

Mit Stoßüberschlagspannung wird in den nachstehenden Leitsätzen diejenige bezeichnet, die gerade dazu hinreicht, um das Prüfobjekt zu überschlagen (Mindestüberschlagspannung). Wie sie gemessen werden soll, ist in § 10 angegeben. Der tatsächliche Überschlag, also das Eintreten des Kurzschlusses und des Lichtbogens, erfolgt beim Auftreten eines Stoßes von der Höhe der Mindestüberschlagspannung erst dann, wenn der Scheitelwert des Stoßes bereits vorüber ist (sonst würde ja auch der starke Einfluß des Spannungsrückens auf die Höhe der Stoßüberschlagspannung nicht erklärlich sein). Ein Überschlag kann so lange noch eintreten, wie der Augenblickswert der Stoßspannung höher ist als die Überschlagsgleichspannung bei derselben Polarität. Die zum Prüfobjekt parallel geschaltete Meßfunkenstrecke schlägt dagegen, infolge des an ihr bestehenden annähernd homogenen Feldes, schon in unmittelbarer Nähe des Spannungsscheitelwertes über. Mit ihr wird also der Scheitelwert desjenigen Stoßes gemessen, der in seinem späteren Verlauf zum Überschlag am Isolator führt.

Man kann die Spannungsstöße an einem Isolator auch über diese Mindestüberschlagspannung hinaus steigern (im Gegensatz zu Wechselspannung, wo das nicht möglich ist) und kann dadurch immer höhere Spannungen am Isolator erzeugen. Der tatsächliche Überschlag an diesem

---

[1] Siehe z. B. O. Naumann, Elektr.-Wirtschaft 1932, S. 56; Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg Isol., H. 67/68.

[2] Es kann hier nur ein kleiner Teil dieser Arbeiten angeführt werden. In diesen Arbeiten sind weitere Literaturstellen angegeben. Bucksath, ETZ 1923, S. 943. Erwin Marx, ETZ 1924, S. 652. Mitt. Hermsdorf-Schomburg Isol. H. 10, 17, 21/22. Sommer, Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 283. Matthias, ETZ 1930, S. 1143. Peek, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 436. Fortescue, Electr. J. Bd. 27, S. 219. Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg Isol. H. 53/54, 57/58, 67/68. Kopellovitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 461.

[3] Um hohe Spannungsstöße auch mit niedrigen Aufladespannungen zu erzielen, kann man die Kondensatoren über hohe Widerstände in Parallelschaltung aufladen und sie dann durch Funkenstrecken in Reihe schalten (Erwin Marx, ETZ 1924, S. 652).

[4] Bei der Berechnung der Stirndauer kann man bei aperiodischem Stoßspannungsverlauf in roher Annäherung die Induktivität des Stoßkreises und die Zeit, die zur Ausbildung des Funkens an den Zündfunkenstrecken nötig ist (Funkendauer; sie liegt in der Größenordnung von 0,1 μs), vernachlässigen. Erhebliche Fehler entstehen dadurch nur bei sehr raschem Spannungsanstieg. Die Stirndauer läßt sich unter dieser Voraussetzung berechnen aus dem Dämpfungswiderstand R_d und der Kapazität des Prüflings C_p (s. Abb. 1, § 5 und Formel (1), § 8).

Da die Halbwertsdauer im allgemeinen viel länger ist als die Stirndauer, kann man die letztere bei der annäherungsweisen Berechnung der Halbwertsdauer vernachlässigen. Diese ist dann nur bedingt durch den Exponentialvorgang, mit dem sich die beiden nach Ansprechen von F_s parallel geschalteten Kapazitäten C_s und C_p über den Widerstand R_e entladen. Es war bisher in der Literatur vielfach üblich, die Zeitdauer der Spannungsstöße nur durch den Widerstand R_s zu verändern und den Anstieg so steil wie möglich zu wählen. Als Charakteristikum für die Dauer der Stöße wurde dann einfach die Entladungs-Zeitkonstante (Zeitkonstante des Rückens der Stoßwelle) angegeben, die gleich dem Produkt aus der Summe der Kapazitäten und dem Entladungswiderstand ist. (Siehe z. B. Erwin Marx, Arch. Elektrotechn. Bd. 20, S. 589; Harald Müller, wie Fußnote 1.) Die vom VDE in Aussicht genommene Halbwertsdauer ist etwa gleich dem 0,7fachen dieser Zeitkonstanten, da eine Exponentialfunktion nach Ablauf des 0,7fachen der Zeitkonstanten auf den halben Ausgangswert gesunken ist.

F. R. Benedict, Electr. J. 1931, S. 216.

Digitized by Google

erfolgt dann immer früher und tritt schließlich bereits beim Spannungsanstieg (während der Stirndauer) ein. Bei einem solchen Versuch wird der Isolator hoch auf Durchschlag geprüft. Eine solche Durchschlagsprüfung entspricht den tatsächlichen Durchschlagsbeanspruchungen im Netz.

4. Schlußbemerkung.

Die nachstehenden Leitsätze sollen erst am 1. I. 1935 in Kraft treten, damit inzwischen Erfahrungen mit ihnen gesammelt werden können. Es wäre besonders zu begrüßen, wenn inzwischen auch in Deutschland an verschiedenen Stellen Messungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen darüber durchgeführt werden würden, inwieweit sich die angestrebten Spannungsformen mit den üblichen Prüfanlagen erzielen und vorausberechnen lassen. Auch der Einfluß der Entladungen am Prüfling auf den Spannungsverlauf, der insbesondere bei Durchführungen erheblich sein wird, muß dabei bestimmt werden.

Entwurf 1.

VDE 0450

Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen*.

Inhaltsübersicht.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Zweck der Prüfung.
§ 3. Erzeugung der Spannungsstöße.
§ 4. Stoßgenerator.
§ 5. Schaltung.
§ 6. Zeitlicher Verlauf der Spannungsstöße.
§ 7. Zeiten für den Spannungsstoß.
§ 8. Einstellung der Stirndauer.
§ 9. Einstellung der Halbwertsdauer.
§ 10. Stoßüberschlagsprüfung.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1935 in Kraft.

§ 2.

Zweck der Prüfung.

Die Prüfung mit Spannungsstößen hat den Zweck, die Sicherheit von Hochspannungsanlagen und ihrer Einzelteile gegen kurzzeitig auftretende Überspannungen (insbesondere gegen Gewitterüberspannungen) zu ermitteln.

§ 3.

Erzeugung der Spannungsstöße.

Die Spannungsstöße werden erzeugt, indem ein oder mehrere Kondensatoren über Funkenstrecken (Schaltfunkenstrecken) auf den Prüfling entladen werden, zu dem ein Widerstand parallel geschaltet ist. Die wirksame Kapazität C_s der Kondensatoren soll mindestens 1 nF (900 cm) betragen; sie muß ferner mindestens fünfmal so groß sein wie die Kapazität C_p des Prüflings und der zu diesem parallel geschalteten Stromkreise.

Die wirksame Spannung wird durch die Kapazität C_p im Maße $\frac{C_s}{C_s + C_p}$ vermindert, wobei in C_p auch die Nebenkapazitäten des Prüfkreises gegen Erde einzubeziehen sind.

§ 4.

Stoßgenerator.

Der Stoßgenerator besteht aus Kondensatoren, die von einer Gleichspannungsquelle über Widerstände aufgeladen und nach Erreichen eines eingestellten Spannungswertes über Schaltfunkenstrecken auf die Parallelschaltung von Prüfling und Widerstand entladen werden.

§ 5.

Schaltung.

Empfohlen wird eine Schaltung nach Abb. 1.

Hierin bedeutet:

C_s Stoßkondensator
L Induktivität
R_d Dämpfungswiderstand } des Entladungskreises
F_s Schaltfunkenstrecke
R_e Entladungswiderstand
P Prüfling (z. B. Isolator)
F_m Meßfunkenstrecke
c Nebenkapazitäten des Prüfkreises.

* Vgl. auch „Leitsätze für die Prüfung von Hochspannungsisolatoren mit Spannungsstößen VDE 0447/1926"

Die Spannungsstöße sind bei betriebsmäßiger Aufstellung des Prüflinges im allgemeinen gegen Erde zu erzeugen. Wenn ausnahmsweise mit zwei isolierten Polen gearbeitet werden soll, so können zwei nach Abb. 1 geschaltete Anlagen benutzt werden, die mit entgegengesetzter Polarität arbeiten.

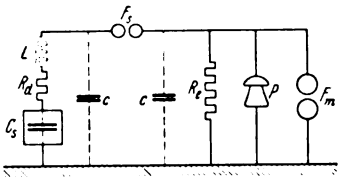


Abb. 1. Schaltung zur Erzeugung der Spannungsstöße.

Im allgemeinen sind die Prüfungen nacheinander mit beiden Polaritäten durchzuführen. Die bei der Prüfung benutzte Polarität der Spannungsstöße ist anzugeben.

§ 6.

Zeitlicher Verlauf der Spannungsstöße.

Der zeitliche Verlauf des Spannungsstoßes soll aperiodisch sein. Um zu verhindern, daß am Prüfling beim Ansprechen der Funkenstrecken durch die Wirkung der Nebenkapazitäten c Hochfrequenzschwingungen entstehen, empfiehlt es sich, einen Dämpfungswiderstand im Entladungskreis vorzusehen.

Falls an der Meßfunkenstrecke eine höhere Spannung gemessen wird, als sie aus der Ladespannung errechnet wird, besteht Verdacht auf Hochfrequenzschwingung.

Der zeitliche Verlauf des Spannungsstoßes wird gekennzeichnet durch den Scheitelwert der Spannung U_{max} in kV, die Stirndauer T_s und die Halbwertsdauer T_h. Die Stirndauer ist der Quotient aus Scheitelwert der Spannung und Steilheit der Stirn bei halbem Scheitelwert. Unter Halbwertsdauer T_h wird die Zeit verstanden, während der die Spannung die Hälfte des Scheitelwertes überschreitet. Stirndauer und Halbwertsdauer werden in μs oder m gemessen. Die Bezeichnungen sind aus Abb. 2 zu ersehen.

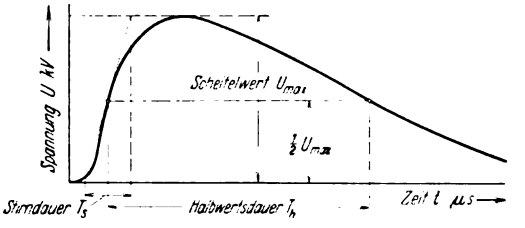


Abb. 2. Zeitlicher Verlauf des Spannungsstoßes.

§ 7.

Zeiten für den Spannungsstoß.

Bei jeder Prüfung ist die Stirndauer und die Halbwertsdauer anzugeben. Im allgemeinen werden folgende Vorzugswerte empfohlen:

für die Stirndauer T_s: **0,5, 1, 2, 5** µs;
für die Halbwertsdauer T_h: 5, 10, 20, **50**, 100, 200, 500 µs.

Wenn nichts anderes vorgeschrieben ist, soll mit einer Stirndauer von **0,5** µs und einer Halbwertsdauer von **50** µs geprüft werden.

§ 8.

Einstellung der Stirndauer.

Für den Spannungsanstieg am Prüfling (Stirn des Stoßes) ist vorwiegend der Dämpfungswiderstand R_d, die Prüfkapazität C_p einschließlich aller Nebenkapazitäten gegen Erde und die Induktivität L maßgebend. Beim Ansprechen der Schaltfunkenstrecke F_s wird der aus C_s, R_d, L und C_p bestehende Kreis geschlossen.

Der Dämpfungswiderstand R_d kann näherungsweise aus der folgenden Beziehung bestimmt werden, wobei T_s in µs, C_p in µF einzusetzen ist:

$$R_d = \frac{T_s}{2\,C_p} \text{ Ohm.} \qquad (1)$$

Um Schwingungen zu vermeiden, muß jedoch stets:

$$R_d > 2\sqrt{\frac{L}{C_p}} \text{ Ohm} \qquad (2)$$

sein.

Die Stirndauer ist bei gegebener Einstellung von der Spannungshöhe unabhängig.

Digitized by Google

§ 9.

Einstellung der Halbwertsdauer.

Der Rücken des Spannungsstoßes ist durch den Entladungswiderstand R_e gegeben, über den sich die parallelgeschalteten Kapazitäten C_s und C_p entladen. Bei kleiner Stirndauer kann der Entladungswiderstand R_e mit genügender Genauigkeit aus folgender Beziehung bestimmt werden, wobei die Halbwertsdauer in μs, die Kapazitäten in μF einzusetzen sind:

$$R_e = \frac{T_h}{(C_s + C_p) \ln 2} \text{ Ohm.} \qquad (3)$$

§ 10.

Stoßüberschlagsprüfung.

Bei Überschlagsprüfungen ist wie folgt zu verfahren:

Der Scheitelwert der Stoßspannung wird allmählich durch Erhöhung der Spannung des Stoßgenerators und Vergrößerung der Schlagweite der Schaltfunkenstrecke soweit erhöht, bis etwa die Hälfte der erzeugten Spannungsstöße am Prüfling zu Überschlägen führt. Der Zeitabstand zwischen 2 Spannungsstößen soll hierbei nicht kleiner als ½ s sein; dabei soll die Meßfunkenstrecke nicht ansprechen. Dann ist die Schlagweite der Meßfunkenstrecke F_m soweit zu verkleinern, bis etwa gleich häufig Überschläge am Prüfling und an der Meßfunkenstrecke eintreten. Der sich aus der Schlagweite und dem Kugeldurchmesser der Meßfunkenstrecke ergebende Spannungswert wird als Stoßüberschlagspannung des Prüflinges bei der angewendeten Stoßwelle bezeichnet.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

(*Schluß von Seite 269.*)

Erklärungen.

Von K. Norden und O. Hammerer.

Anlaß zur Schaffung dieser Regeln gab der Umstand, daß die Bestimmungen der R.E.T. nicht auf alle Transformatoren, insbesondere solche kleiner Leistung, anwendbar sind, ferner die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1/1930" und die „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1/1932" den Kleinspannungen eine besondere Stellung zuweisen, sofern Ober- und Unterspannungsseite nicht leitend miteinander verbunden sind.

Der ursprüngliche Plan, in den vorstehenden Regeln nur Schutztransformatoren zu behandeln, wurde im Laufe der Zeit erweitert durch Einbeziehung der früher gesondert behandelten Klingeltransformatoren, ferner einiger Einbautransformatoren zu Geräten, die in weitem Umfange in die Hände des Publikums kommen und für die daher sinngemäß auch die für den Bau von Kleinspannungstransformatoren maßgebenden Gesichtspunkte zu beachten sind. Nicht besonders behandelt, obwohl in gewissem Sinne zugehörig, sind Isoliertransformatoren, d. s. solche Kleintransformatoren, die zwar der Hauptforderung genügen, keine leitende Verbindung zwischen Netz und Verbraucheranlage zuzulassen, aber im allgemeinen ein Übersetzungsverhältnis 1 : 1 haben, also zum Anschluß von Verbrauchsgeräten für die üblichen Netzspannungen bestimmt sind; Hauptgrund für ihre Fortlassung war, daß sie in den Schutzmaßnahmen behandelnden VDE-Bestimmungen bisher noch keinen Platz gefunden haben.

Im übrigen gibt es eine große Anzahl von Kleintransformatoren, auch für Kleinspannungen, deren Anwendung nicht auf Erwägungen der Sicherheit beruht, wie z. B. in Beleuchtungsanlagen für 16⅔ Per/s, für die eine Kleinspannung wegen der Flimmerfreiheit niedervoltiger Glühlampen gewählt wird, oder in Kinotheatern für den Betrieb von Projektionsglühlampen, die nur bei Niederspannungen als punktförmige Lichtquellen ausgestaltet werden können. Auf diese Kategorie finden die Regeln keine Anwendung, weil hier kein Bedürfnis für die Zwischenschaltung von ausgesprochenen Sicherheitstransformatoren vorliegt, diese Verbrauchsgeräte auf ein geringeres Potential als das des Netzes zu bringen.

Zu § 3: Abweichend von den Begriffserklärungen der R.E.T./1930 wird die Nenn-Sekundärspannung in den R.E.T.K./1935 als Spannung bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung definiert, während in den R.E.T./1930 hierunter die Sekundärspannung des leerlaufenden Transformators verstanden wird, die aus der Nenn-Primärspannung und der Übersetzung zu berechnen ist.

Die so definierte Nennspannung geht für diese Regeln auch in den Begriff der Nennleistung ein, die Definition des Nennstromes weicht hier jedoch nicht von der der R.E.T./1930 ab.

Auf den belasteten Zustand des Transformators sind die normalen Nenn-Sekundärspannungen deswegen bezogen, weil der Fertigung aller Gebrauchsapparate (z. B. Glühlampen) die Normalspannungen als Betriebsspannungen zugrunde liegen; dem zwischen Vollast und Leerlauf auftretenden Spannungsabfall sind in § 23 Grenzen gesetzt. Eine Sonderstellung nehmen Spielzeugtransformatoren ein.

Zu § 6: Die in diesem Paragraphen eingeführte grundsätzliche Unterscheidung der Kurzschlußsicherheiten nach ihrem Schutzwert hat sich deswegen als notwendig erwiesen, weil sie zum erstenmal die Möglichkeit gibt, den verschiedenartigen Anforderungen der Praxis an die zu gewährleistende Sicherheit durch eindeutig definierte Maßnahmen Rechnung zu tragen. In sachlicher Beziehung dürfte sie der Hauptpunkt sein, in dem die R.E.T.K./1935 einen Fortschritt gegenüber der Ausgabe 1929 bringen.

Zu § 7: Ob und auf welche Weise geerdet, genullt oder schutzgeschaltet werden muß, ist nach § 3 c) und d) der Errichtungsvorschriften bzw. nach den L.E.S. 1/1932 zu entscheiden. Der vorliegende Paragraph soll nur die Ausführbarkeit der Erdung usw. ermöglichen, falls eine solche Schutzmaßnahme erforderlich ist. Die Empfehlung der Isolierung metallener Leitungsumhüllungen von dem Gehäuse soll eine etwaige Spannungseinschleppung von der Primär- auf die Sekundärseite im Falle eines primärseitigen Defektes der Anlage verhindern. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es auch unzulässig, Primär- und Sekundärleitung gemeinsam in einem Rohr zu verlegen.

Während für ortsfeste Geräte im allgemeinen die Erdungsleitung fest verlegt wird, ist für ortsveränderliche Geräte eine Steckvorrichtung mit Schutzkontakt (für Erdung, Nullung und Schutzschaltung) vorzuziehen.

Zu § 10: Die in Tafel III gegenüber den Werten in Tafel II um 40 ··· 60 ° erhöhten Werte konnten zugelassen werden, weil es sich beim Kurzschluß um einen nicht ordnungsgemäßen, also nicht häufig auftretenden Betriebszustand handelt, der sich durch Betriebsstörungen bemerkbar machen muß, daher zu baldiger Wiederherstellung des normalen Betriebszustandes selbst Veranlassung gibt. Die Werte sind hierbei so gewählt, daß die Überbelastung noch kein Verkohlen, Verbrennen oder Abschmelzen der Wicklung herbeiführt, also noch keine Brandgefahr entstehen läßt.

Bei den Sicherungen oder Selbstschaltern ist nicht an bestimmte Ausführungen, etwa in den K.P.I. angeführte, gedacht worden, vielmehr soll der Tätigkeit der Konstrukteure hier noch ein weiter Spielraum gelassen werden. Beispielsweise seien Thermosicherungen genannt, wie sie neuerdings bei Rundfunk-Netzempfängern angewendet werden u. a. m. Nur soweit Schutzsicherungen oberspannungsseitig eingebaut werden, sind sie mit geschlossenem Schmelzeinsatz gemäß K.P.I. zu versehen.

Zu § 11: Bezüglich der für Einbauzwecke bestimmten Kleingleichrichter- und Netzanschlußgeräte-Transformatoren ist angenommen worden, daß sie im allgemeinen in loser Form nicht in die Hände des Publikums gelangen, sondern erst eingebaut im fertigen Gerät, das selbst ein Leistungsschild trägt, womit der Forderung der Errichtungsvorschriften V.E.S. 1 (§ 7) genügt ist.

Zu § 12: Die Sekundärspannung von 42 V bezieht sich nicht auf Spielzeugtransformatoren, für die nach § 20 der Regeln die höchste Leerlaufspannung auf 33 V begrenzt ist.

Zu § 13: Die Leistungen sind so gewählt, daß ein Anschluß bzw. eine Übereinstimmung mit den genormten Leistungen der R. E. T. erreicht wurde; die beiden Leistungsreihen sind hierbei so gestuft, daß möglichst jede genormte Drehstromleistung kombinatorisch durch Zusammenschaltung von drei genormten Einphasentransformatoren, aber auch konstruktiv durch Hinzufügung eines dritten Schenkels zur Einphasentype (Leistungssteigerung 50 %) erreichbar ist.

Als obere Leistungsgrenze sollen im allgemeinen mit Rücksicht auf das mit höheren Leistungen zunehmende Gefahrmoment 1000 VA bei Einphasen- und 1500 VA bei Drehstrom gelten. Es ist also auch nicht statthaft, diese Grenzleistung etwa durch Zusammenschaltung oder Parallelschaltung von entsprechenden Einphasen- oder Drehstrom-Grenzeinheiten zu überschreiten. Soweit in Ausnahmefällen für Einzelantriebe höhere Leistungen be-

Digitized by Google

nötigt werden, sollen aber auch die hierzu erforderlichen Spezialtransformatoren den Regeln entsprechen.

Die Schaffung eines ausgedehnten Kleinspannungsnetzes, das als Ringleitung von zahlreichen Transformatoren gespeist wird, liegt nicht im Sinne dieser Regeln.

Zu §§ 14 ··· 16: Das Verbot mehrerer Anschlüsse für verschiedene Netzspannungen und die Bestimmungen über die Ausführbarkeit von Umschaltungen zur Anpassung des Schutztransformators an Netze verschiedener Nennspannungen haben den Zweck, ungewollte Überschreitung der höchstzulässigen Kleinspannung infolge Vertauschung der Anschlüsse zu verhindern. Hierbei hat der Ausschuß nicht verkannt, daß u. U. die Lagerhaltung von Schutztransformatoren in Orten, die im Übergang von einer Spannung auf eine andere begriffen sind, erschwert wird, jedoch erschien die Sicherheitsforderung ausschlaggebend. Der Schutztransformator soll vom Hersteller gebrauchsfertig nur für eine Anschlußspannung geliefert werden, die gemäß § 25, 2 der vorliegenden Regeln auf dem Leistungsschild anzugeben ist. Wären die Umschaltungen jedem Händler oder Verbraucher zugänglich, so wäre keine Gewähr dafür vorhanden, daß die Angaben auf dem Leistungsschild nach Vornahme einer Umschaltung in Übereinstimmung mit der jeweiligen Schaltung gebracht würden. Deswegen darf jede Umschaltung nur vom Hersteller des Schutztransformators oder von den durch den Hersteller hierzu ausdrücklich Ermächtigten vorgenommen werden, die gleichzeitig die Möglichkeit haben, das Leistungsschild durch ein neues zutreffendes ordnungsgemäß zu ersetzen.

Im Gegensatz hierzu schien es zulässig, die zum Ausgleich von Spannungsschwankungen vorgesehenen Anzapfungen im Bereiche von ± 7 % durch die Verbraucher selbst betätigen zu lassen, da die ungünstigstenfalls mögliche Spannungserhöhung innerhalb einer Grenze liegt, die mit Rücksicht auf die Erfordernisse der Praxis als Toleranz zugestanden werden kann.

Die Herausführung mehrerer Unterspannungen ist für Spielzeugtransformatoren deswegen erforderlich, damit Motoren und Lampen einer elektrischen Spielzeugbahn je mit anderer Spannung betrieben werden können.

Zu § 17: Um der Forderung zu genügen, daß elektrisch voneinander unabhängige Wicklungen auch noch bei Drahtbruch keine Möglichkeit einer Spannungsübertragung zulassen, war ursprünglich beabsichtigt, die Anordnung der Primär- und Sekundärwicklung auf verschiedenen Schenkeln vorzuschreiben. Diese Maßnahme hätte jedoch eine Einengung der Konstrukteure bedeutet, zumal sie nicht der einzige Weg ist, um das Gewollte zu erreichen.

Zu § 18: Wird z. B. ein Kessel mit Kleinspannungslampen beleuchtet, so soll nur Kleinspannung in das Innere des Kessels eingeführt werden, mithin muß der Schutztransformator außerhalb des Kessels bleiben. Mit Rücksicht auf derartige Fälle mußte bestimmt werden, daß die Verbindungsleitung zwischen Netzanschluß und Schutztransformator in ihrer Länge zu begrenzen und mit dem Schutztransformator selbst fest zu verbinden sei; diese Bestimmung darf keinesfalls durch Verwendung von Verlängerungsschnüren mit Kupplungen umgangen werden. Schutztransformatoren mit fest eingebauten Steckerstiften zum unmittelbaren Anschluß an die Netz-Steckdosen gelten im allgemeinen als unzulässig, wenn nicht eine hinreichende Entlastung im Hinblick auf das auftretende Biegungsmoment vorgesehen ist.

Zu § 19: Die Frage, ob Schutztransformatoren unbedingt oder bedingt kurzschlußsicher gebaut werden, ist nach wirtschaftlichen und bautechnischen Gesichtspunkten zu entscheiden. Bei größeren Stromstärken z. B. ist unbedingte Kurzschlußsicherheit nicht mehr ausführbar, bei kleinen Stromstärken versagen Schutzeinrichtungen für bedingte Kurzschlußsicherheit.

Zu § 20: Während für Schutztransformatoren mit bedingter Kurzschlußsicherheit die obere Spannungsgrenze auf die Nennspannung zu beziehen ist, muß sie bei Schutztransformatoren mit unbedingter Kurzschlußsicherheit deswegen auf die Leerlaufspannung bezogen werden, weil bei diesen der Unterschied zwischen Leerlaufspannung und Nennspannung von ganz anderer Größenordnung ist. Daher kommt für unbedingt kurzschlußsichere Transformatoren als genormte Nennspannung praktisch nur 24 V in Frage.

Da für elektrisches Spielzeug die normale Nennspannung 24 V beträgt, eine Leerlaufspannung von 42 V aber als zu hoch anzusehen ist, ist die Höchstgrenze für den Leerlaufzustand des Spielzeugtransformators auf 33 V als denjenigen Wert festgesetzt, den die Hersteller noch als ausreichend ansehen, um die erforderliche Steilheit des Spannungsabfalles herzustellen.

Ein gegen Spannungsunterschiede empfindlicher Verbrauchsapparat soll den Transformator mit seiner vollen Nennleistung belasten; demnach dürfen mehrere Glühlampen nur derart angeschlossen werden, daß alle Lampen zugleich ein- oder ausgeschaltet werden, nicht etwa einzelne Lampen für sich.

Zu § 23: Die Begrenzung des Spannungsabfalles braucht nicht den vollen Unterschied zwischen Leerlauf und Vollast zu erfassen, weil 15 W die Leistung der kleinsten Glühlampe ist, also Belastungen unter 15 W praktisch nicht vorkommen.

Zu § 28: Die Plombierbarkeit der Netzklemmen wird vorgeschrieben, weil die Elektrizitätswerke Klingeltransformatoren vielfach vor dem Zähler nach Pauschaltarif anschließen.

Zu § 29: Diese Vorschrift geht bewußt über das hinaus, was für Schutztransformatoren in § 17 gefordert ist, weil bei Klingeltransformatoren wegen ihrer gedrängten Bauart der Wunsch bestand, eine von der Art der Ausführung tunlichst unabhängige, für den Konstrukteur eindeutig definierte Sicherheit zu schaffen. Die getrennten Spulenkörper können in der Weise hergestellt werden, daß sie auf 2 verschiedenen Schenkeln des Eisenkerns angeordnet werden. Liegen sie auf demselben Schenkel, so muß jede Spule mit ihrem Körper für sich abnehmbar sein.

Zu § 35: Im Gegensatz zu den früheren Vorschriften, die auf dem Leistungsschild die Angabe eines Spannungsbereiches zuließen, ist nunmehr die Angabe eines ganz bestimmten Einzelwertes für die Nennprimärspannung vorgeschrieben. Die nach Ziffer 4, 5 und 7 auf dem Leistungsschild erforderlichen Angaben sind auf den angegebenen Einzelwert zu beziehen.

Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz.

Wie schon vor einiger Zeit berichtet wurde[1], wird Deutschland an der vom 18. ··· 24. Juni 1933 stattfindenden 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris teilnehmen. Die langjährigen Verhandlungen zwischen der Hochspannungskonferenz und den deutschen Verbänden haben zu einer allseits befriedigenden Verständigung in der Sprachenfrage geführt, indem die deutsche Sprache als gleichberechtigt mit den sonst in der Technik gebräuchlichen Hauptsprachen anerkannt wurde.

Der Deutsche Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz ist an etwa 100 für die Tagung insgesamt vorgesehenen Fachberichten mit 24 Berichten beteiligt, deren Themen und Verfasser nachstehend bekanntgegeben werden:

I. Abteilung. Erzeugung und Umformung der Energie.

R. Willheim, Berlin: „Leistungsschalter mit und ohne Öl".

F. Kesselring, Berlin: „Öllose Schalter".

A. Hundt, Berlin: „Transportfähigkeit von Großtransformatoren".

A. Dehn, Berlin: „Der gegenwärtige Stand des Schaltanlagenbaues".

K. Kühn, Dresden: „Gesichtspunkte für die Auslegung und den Betrieb von Turbinen und Generatoren sowie für Maßnahmen im Netz zur Erzielung eines einwandfreien Parallellaufes und einer sicheren Stabilität".

II. Abteilung. Aufbau und Isolierung der Leitungen.

R. Apt, Berlin: „Höchstspannungskabel".

W. Vogel, Köln: „Das thermische Verhalten von Kabeln, insbesondere von Druckkabeln, in metallischen Rohrleitungen".

H. Müller, Hermsdorf: „Die Überschlagsicherheit von Freileitungsisolatoren in Abhängigkeit vom Erdungswiderstand der Masten."

K. Draeger, Selb, und **Th. Hosch,** Berlin: „Isolatoren in Gebieten mit starker Schmutzablagerung".

S. Hammel, Mannheim: „Die Befreiung von Hochspannungsleitungen von Eisbehang und Rauhreif".

J. Nefzger, Kötzschenbroda: „Störungen durch mechanische Leitungsschwingungen und Mittel zu deren Behebung".

[1] ETZ 1933, H. 4, S. 94 u. H. 5, S 114.

Digitized by Google

III. Abteilung. Betrieb und Schutz der Netze.

Chr. Kneller, Mannheim: „Verbesserung des Leistungsfaktors".
L. Lebrecht, Berlin: „Synchrone und asynchrone Phasenschieber".
K. Baudisch, Berlin: „Kondensatoren zur Phasenverbesserung".
R. Rüdenberg, Berlin: „Zusammenarbeiten von Kraftwerken".
M. Liwschitz, Berlin: „Asynchrone Netzkupplung".
R. Tröger, Berlin: „Einfluß der Lastart und des Ablaufes von Laständerungen auf die Stabilität von Fernleitungen".
M. Schwaiger, Nürnberg: „Steuerung von Regeltransformatoren im Netzbetrieb".
N. Fitger, Berlin: „Erdung des Nulleiters".
M. Schleicher, Berlin: „Schnellarbeitende Schutzeinrichtungen".
G. Keinath, Berlin: „Meßeinrichtungen für Höchstspannungsanlagen".
A. Matthias, Berlin: „Blitzschutz von Hochspannungsanlagen".
M. Neustätter, Berlin: „Gewitterüberschläge an 100 kV-Leitungen".
G. Frühauf, Berlin: „Absenkende oder abflachende Überspannungsschutzgeräte, eine kritische Studie".

Interessenten, die beabsichtigen an der 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz teilzunehmen, werden gebeten, ihre Teilnahme baldmöglichst bei dem Deutschen Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz, Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, der auch über nähere Einzelheiten Auskunft erteilt, anzumelden. Der Mitgliedsbeitrag für die Teilnahme an der Tagung beträgt 375 Fr.

Deutscher Ausschuß
der Internationalen Hochspannungskonferenz.
Der Schriftführer:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnischer Verein Düsseldorf. 28. III. 1933, abds. 8 h, Haus der „Gesellschaft Verein", Düsseldorf, Steinstraße 10/16: Vortrag Dipl.-Ing. E. Summerer, „Die künstliche Beleuchtung von Innenräumen, technische Grundlagen und Möglichkeiten für die Raumgestaltung".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks e. V., Essen. 24. III. 1933, abends 7 h, Haus der Technik: Vortrag Dipl.-Ing. Sutter, „Die Persönlichkeit des Ingenieurs".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztlicher Verein für Strahlenkunde, Berlin. 30. III. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des Universitätsinstituts für Strahlenforschung, Berlin, Robert-Koch-Platz 1: a) W. Karplus, „Bemerkung zu dem Frikschen Vortrag über Röntgenuntersuchung am Kniegelenk". b) S. Lewin, „Zur Ursache der tabischen Knochen- und Gelenkserkrankungen". c) B. Chaoul, „Das Doppelaufnahmeverfahren". d) F. Böhm, „Röntgenologische Darstellbarkeit der Epiphysen". f) A. Langer, „Röntgenologische Darstellung der Harnröhre".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Strecker.

Am 26. März d. J. begeht Herr Präsident a. D., Geh. Oberpostrat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Karl Strecker seinen 75. Geburtstag. Wenngleich Strecker schon seit einer Reihe von Jahren sich von seinen Ämtern zurückgezogen hat und seine Ruhetage fern von den Brennpunkten der Elektrotechnik in der schönen Neckarstadt Heidelberg verlebt, so bleibt sich die Elektrotechnik doch des Dankes bewußt, den sie Strecker schuldet. Es sind die Verdienste des Jubilars hier schon so nachdrücklich gewürdigt worden, sei es, als er Ehrenmitglied des VDE und Elektrotechnischen Vereins wurde oder die Siemens-Stephan-Gedenkplatte erhielt, sein 50jähriges Doktorjubiläum feierte oder in seiner Laufbahn von einer Stufe zur andern emporstieg, daß wir dies heute nur in Erinnerung zu rufen brauchen. Auf zwei Punkte sei indes nochmals hingedeutet, wo Strecker über die Grenzen seines heimatlichen Wirkungskreises hinaus Großes geleistet hat. Das ist die durch ihn vor 26 Jahren erfolgte Gründung des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen, der als eine segensreiche Einrichtung sich durchgesetzt hat, und sein Vorsitz in dem Deutschen Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Commission (I.E.C.), in der Strecker die deutsche Nation vertrat. Streckers Name ist allen Elektrotechnikern durch die schon in früher Zeit von Strecker in alle werdenden Dinge gebrachte Ordnung, seine viel gelesenen und geschätzten Werke, den eisernen Bestandteil des elektrotechnischen Schrifttums ihrer Zeit, so in Fleisch und Blut gegangen, daß er mit Fug und Recht als einer der Begründer der Elektrotechnik und ihrer Pioniere verehrt werden muß. *e*

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Nullpunktbelastung von ⅄/⅄ geschalteten Transformatoren.

Herr Bihari kommt in seiner Arbeit in ETZ 1932, S. 1175, unter anderem zum Ergebnis, daß beim ⅄/⅄ Transformator bei sekundär einphasiger Belastung gegen Sternpunkt „die primäre Stromverteilung nicht im Verhältnis 66,6 : 33,3 : 33,3 (%) der Sekundärlast, sondern fast ohne Rücksicht auf die Nullpunktbelastung und andere äußere Umstände im Verhältnis etwa 74 : 28 : 46 (%) erfolgt", und schreibt: „Die Ursache liegt darin, daß die Spannungsänderungen in jeder Phase sowie die Streuungen der Phasen wechselweise untereinander anders sind. Hieraus folgt, daß die Stromaufnahme in den unbelasteten Phasen auch nicht gleich werden kann."

Ein Unterschied in der Stromaufnahme der zwei unbelasteten Phasen kann ganz unabhängig von allen vorhandenen Streufeldern irgendwelcher Art nur vom Magnetisierungstrom des Transformators herrühren. Legt man durch die beiden Kerne und die verbindenden Jochteile eine geschlossene Linie, so ist die Summe der diese Linie umschliegenden Amperewindungen gleich den zur Magnetisierung nötigen Amperewindungen.

Das in der zitierten Arbeit festgestellte Verhältnis der Primärströme ist daher nicht allgemein gültig, sondern von den Sättigungsverhältnissen des zu den Messungen benutzten Transformators abhängig. Das nahezu konstante Verhältnis der Primärströme (unabhängig von der Belastung) erklärt sich daraus, daß die Sättigung des U-Schenkels, wie sich aus der Spannung u—o ergibt, bei höherem Strom stark anstieg (um etwa 8 ··· 10 % bei Verdoppelung des Stromes) und dieser Kern hierbei hochgesättigt war, und aus der gegenseitigen Phasenlage des hauptsächlich wattlosen Magnetisierungstromes gegen die vom Sekundärstrom hervorgerufenen Wattströme.

Die gesamte in den Streufeldern verbrauchte Wirk- und Blindleistung wird wie beim normal belasteten Transformator durch den Spannungsabfall gedeckt, während eine Abweichung vom theoretischen Stromübersetzungsverhältnis die im Eisen verbrauchte Wirk- und Blindleistung deckt.

Bei Annahme von Leerlaufströmen in der Größenordnung von 3 A bei voller Belastung — was bei den bei den Versuchen angewendeten Sättigungen möglich ist — ergeben sich Werte für die Primärströme, die mit den Messungen übereinstimmen.

Weiz (Steiermark), 14. XII. 1932. H. Korisko.

Erwiderung.

Herr KORISKO macht mich in dankenswerter Weise darauf aufmerksam, daß die Abweichung der tatsächlichen Stromverteilung von dem theoretischen Verhältnis 66,6 : 33,3 : 33,3 % — welches sich übrigens nur unter der Annahme einer verschwindenden magnetischen Umlaufspannung pro Fenster ergibt — auf die Überlagerung der Magnetisierungströme zurückzuführen ist. Allerdings sind diese Magnetisierungströme ihrerseits mit von der Höhe des von Joch zu Joch gehenden einphasigen Streufeldes abhängig, da nur dieses bei steigendem Belastungstrom die von Herrn KORISKO erwähnte Erhöhung der Sättigung im Eisen bewirken kann. Das von Joch zu Joch gehende einphasige Streufeld erhöht oder verringert die Sättigung der drei Schenkel je nach der Phasenlage. Die von mir angegebenen Zahlentafeln und Kurven sind selbstverständlich nur als Ergebnis eines typischen Beispiels aufzufassen. Messungen, die kürzlich in der AEG-Transformatorenfabrik auch an einem 320 kVA-Transformator ausgeführt wurden, erzielten gleiches Resultat.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, daß der Stromvektor i_n auf Abb. 9 umzukehren ist.

Berlin, 18. I. 1933. Emil Bihari.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrotechnische Isoliermaterialien. Von Dr. H. Stäger. (Chemie in Einzeldarstellungen, herausgegeben v. Prof. Dr. J. Schmidt, Bd. 15.) Mit 70 Abb. u. 354 S. in gr. 8°. Wiss. Verlagsgesellschaft m. b. H., Stuttgart 1931. Preis geh. 26 RM, geb. 28 RM.

Eine inhaltreiche und fleißige Zusammenstellung.

Nur wenn man weiß, daß dieses Buch als Einzelband einer Reihe „Chemie in Einzeldarstellungen" erschienen ist, erwartet man eine einseitige Behandlung nach der chemischen Seite, aus dem Titel ist das nicht zu entnehmen. Ebenso wird mancher enttäuscht sein, daß unter den Isolierstoffen sehr wichtige Gattungen, wie alle keramischen Stoffe, Gummi, Holz, Fiber, natürliche Gesteine, ganz fehlen; der spärliche Hinweis im Vorwort genügt nicht, um demjenigen, welcher gerade hierüber etwas wissen will, von vornherein Klarheit zu geben, daß er in diesem Buch nichts finden wird. Jedenfalls sollte der Titel eines Buches umreißen, was es enthält, und das ist hier nicht der Fall, man muß vielmehr wesentlich mehr erwarten, als geboten wird.

Der Verfasser bringt die Ergebnisse einer umfangreichen Erfahrung im chemischen Laboratorium der Schweizer Großfirma Brown, Boveri & Cie. und eines äußerst sorgfältigen Literaturstudiums. Man muß das Bestreben einer Berücksichtigung der internationalen Quellen loben; aber müssen deswegen deutsche Veröffentlichungen fehlen? Von den Arbeiten des VDE, die in den letzten Jahren gerade auf diesem Gebiete vielfache Klärung geschaffen haben und die praktischen Erfahrungen weiter Kreise von Herstellern und Abnehmern zusammenfassen, von allen den neueren Leitsätzen findet man fast nichts. Im Register ist der VDE nicht erwähnt, ebensowenig die Bücher von Schering und Sommerfeld oder Bültemann; der Name Schob ist nur beim Trocknen von Lackfilmen genannt.

Das Buch geht vom chemischen und (bis zu einem erheblichen Grade) physikalischen Gesichtspunkte aus und erörtert viel mehr von den Rohprodukten als von den fertigen Isolierstoffen; ihre technologischen, für die Verwendung wichtigen Eigenschaften sind recht spärlich behandelt, und mancher Interessent würde gerade dafür auf Quellungstheorien der Fasern und gelehrte, aber praktisch wertlose Erörterungen über die Papierblattbildung gern verzichten. Der Hersteller von Isolierstoffen der besonderen, in dem Buche behandelten Gattungen wird manches finden, was er bei seinen Einkaufsvorschriften zur Bestimmung der Rohstoffe benutzen kann — der Verbraucher der Isolierstoffe geht aber ziemlich leer aus.

Auch die Systematik, welche der Verfasser angewandt hat, erscheint nicht allzu günstig. Sie zwingt ihn manchmal zu kuriosen Darstellungen, so z. B. wenn er die in organischen Preßstücken eingebetteten Fasern die „Träger" der betreffenden Stoffe nennt. Die Preßlinge erscheinen überhaupt gegenüber dem Hartpapier recht stiefmütterlich behandelt, was wohl darauf zurückgeführt werden muß, daß der Verfasser weniger Interesse für Installations- und Kleinmaterial hat.

Die vorstehenden Ausstellungen sollen aber nicht hindern, die große und fleißige Arbeit anzuerkennen, die in diesem Buche steckt, und von der der Chemiker beim Aufbau organischer Isolierstoffe aus Natur- und Kunstharzen, Lacken, Glimmer, Zellulose und Asbest manchen Nutzen ziehen kann. Georg I. Meyer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Fritz Lehner, Die Linienführung innerstädtischer Verkehrsmittel. T. H. Berlin 1931. (Erschien gleichzeitig im Arch. Eisenbahnwes. 1932, H. 4 u. ff., Verlag Julius Springer, Berlin.)

Rudolf Oetker, Über Drosselketten mit eisenhaltigen Spulen. T. H. Berlin 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der Glühlampenindustrie. — Wie uns die Osram-G. m. b. H. Kommanditgesellschaft mitteilt, sind die Preise der Osram-Zwerglampen für Taschen- und Fahrradlaternen herabgesetzt.

Die Osram-Gesellschaft hat neuerdings auch eine neue Präzisions-Fahrradlampe mit Rillensockel geschaffen, die infolge ihrer besonderen Eigenschaften (fester Sitz im Scheinwerfer, genaue Einstellung im Brennpunkt ohne Nachregulieren, große Lichtfülle) geeignet ist, die ideale Fahrradlampe der Zukunft zu werden. *fi.*

Entwicklung und Probleme der nordamerikanischen Elektroindustrie. — In einer den ersten fünfzig Jahren elektrotechnischen Fortschritts gewidmeten Nummer der Electr. Wld., N. Y.[1] bietet der Generaldirektor der Westinghouse Electric & Manufacturing Co., J. S. Tritle, einen interessanten Einblick in die zwecks vorteilhafter Entwicklung und Organisation des Verkaufsgeschäfts der fabrizierenden Elektroindustrie seines Landes gestellten Aufgaben. Während sich deren Produktion und Verkauf 1882 noch auf Bogenlicht- und Metallisierungsanlagen mit einem Jahresabsatz von etwa 21 Mill RM beschränkten, betrug ihre Erzeugung 1929 nach Fabrikpreisen rd. 9,602 Mrd RM. 1932 war der Verkaufswert elektrotechnischer Waren trotz der allgemeinen Schrumpfung im Bereich der Primärindustrien um 15 ... 20 % gegenüber 1929 noch immer nur wenig geringer als rd. 4,2 Mrd RM. Bei alledem ist der inländische Markt keineswegs gesättigt; die Abnehmer besitzen heute (Oktober 1932) elektrische Ausrüstungen, Installationen, Apparate usw. im Werte von nahezu 59 Mrd RM, doch besteht nach vorsichtigen Schätzungen darüber hinaus ein weiterer Bedarf in Höhe von etwa 88 Mrd Reichsmark, u. zw. ohne Rücksicht auf die künftige Entwicklung. 1919 stellten sich die Gesamtaufwendungen der Abnehmerschaft in den V. S. Amerika auf rd. 306 Mrd RM, von denen rd. 3 Mrd RM auf elektrotechnische Vorrichtungen, Licht, Kraft und das Telephon entfielen; 1930 erreichten die Gesamtunkosten fast 379 Mrd RM und die der Elektroindustrie daraus erwachsene Einnahme 8,6 Mrd RM, obwohl die Verbraucher in diesem Jahr mehr für Erholung, Gesundheit und persönliche Zwecke ausgegeben haben als für elektrische Fabrikate und Stromversorgung.

Der Verfasser geht im Verlauf seiner Ausführungen u. a. näher auf die Massenproduktion genormter Ausrüstungsteile (Motoren, Transformatoren, Lampen) und die Spezialfabrikation von beispielsweise Kontrollern, Turbogeneratoren und Hochspannungs-Schaltvorrichtungen ein, zu denen als drittes Erzeugungsgebiet noch die Fertigung von Haushaltapparaten, Installationsmaterial und Radiogerät zu zählen ist, um sich dann über verschiedene wichtige Probleme zu äußern, die im Interesse eines ökonomischen Geschäfts der Lösung harren. Da ist einmal die handelsfeindliche Gesetzgebung, die die Unternehmungen zwingt, ihre Handelspraxis in mehrfacher Beziehung zu ändern, ferner das populäre Teilzahlungsystem, dessen Finanzierung noch Schwierigkeiten bietet bzw. in der neuerdings vorgeschlagenen Form der Bildung von für jedes Marktgebiet gesonderten, durch die Werke, Unternehmungen, Händler usw. gesicherten Körperschaften noch nicht genügend erprobt ist. Sodann bedarf die Frage der Qualität der Verbrauchsapparate einer sorgsamen Prüfung, die dadurch erschwert wird, daß es, will man alle Abnehmerschichten befriedigen, notwendig ist, Vorrichtungen verschiedener Qualität und in unterschiedlicher Preislage an den Markt zu bringen. Ebenso müssen die im Kleinhandel zu gewährenden Rabatte und Zahlungsfristen genauer studiert werden, wobei zu untersuchen wäre, ob der Umfang des Absatzes von Verbrauchsapparaten beim Kleinhändler eine Differenzierung des Rabatts nach der Quantität rechtfertigt. Schließlich ergeben sich aus der Idee, statt einzelner Erzeugnisse einen vollständig elektrisch eingerichteten Raum bzw. ein solches Haus im ganzen zu verkaufen, zweifellos wirtschaftlich vorteilhafte Möglichkeiten. Allerdings scheint das Ergebnis in dieser Richtung gemachter Versuche im Vergleich mit dem Absatz von Einzelvorrichtungen bisher nur gering gewesen zu sein. Diese und weitere Probleme zeigen, wie außerordentlich verwickelt der Elektrohandel auf dem Innenmarkt ist, und daß sie in vieler Beziehung mehr dessen Entwicklung als das Konstruktionsgebiet berühren. *fm.*

[1] Bd. 100, S. 465 „Manufacturing for profitable sales".

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 8: Wer stellt Unterputz-Drehschalter Type „SEKO" her?

Frage 9: Wer fertigt Hörapparate für Schwerhörige an?

Frage 10: Wer fertigt soffittenartige Beleuchtungskörper, ausgerüstet mit Linestraröhren, für die Beleuchtung von Tennisplätzen an?

Abschluß des Heftes: 17. März 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Notstromdieselanlagen für selbsttätigen Betrieb.

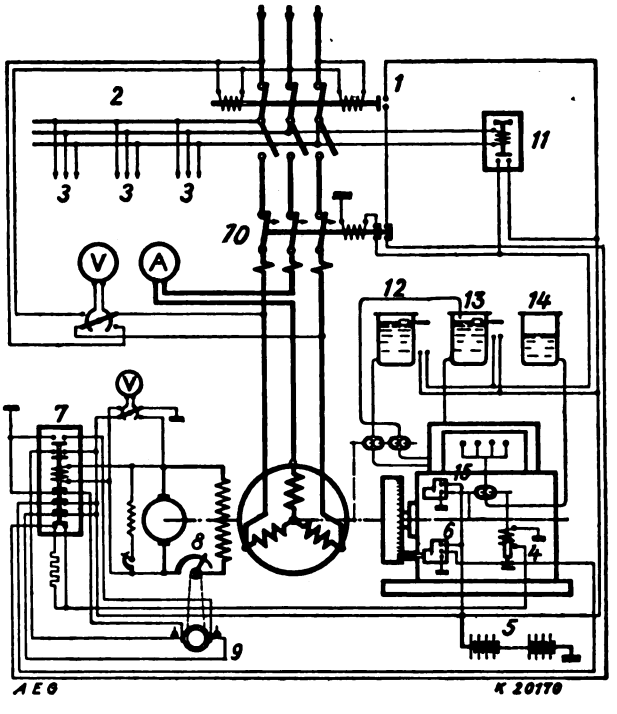
Mitteilung der AEG.

In einer früheren Veröffentlichung an dieser Stelle*) wurden die Gesichtspunkte dargelegt, die zur Beschaffung von selbsttätigen Notstromdieselanlagen führen. Im folgenden sollen einige Einzelheiten über die zugehörige Schaltapparatur der AEG erläutert werden.

Bei selbsttätigen Anlagen ist es wichtig, daß über die Aufgabenstellung Klarheit besteht und die Aufgabe auf das unbedingt erforderliche Ausmaß beschränkt bleibt. Wird sofortiges, d. h. selbsttätiges Anlassen bei Ausbleiben des Fernstromes gefordert, so lautet die Aufgabenstellung in ihrer einfachsten Lösung: Selbsttätiges Anlassen und selbsttätige Drehzahlreglung, kein Parallelschalten mit dem Fremdstromnetz, keine selbsttätige Rückschaltung auf dieses.

Die Rückschaltung bei wiederkehrendem Fernstrom erfolgt dann mittels eines einzigen Schalters von Hand, während die Rückführung der übrigen Teile der Anlage in die Anlaßstellung selbsttätig vor sich geht. Auf eine automatische Spannungsreglung kann im allgemeinen verzichtet werden, wenn die Belastung durch Glühlampen usw. annähernd gleich bleibt. Das Schaltbild zeigt die diesen Forderungen entsprechende, äußerst einfache Schaltung.

Bleibt der Fernstrom aus, so schaltet der Nullspannungssumschalter 1 die an der Notstromschiene 2 liegenden, dauernd mit Strom zu versorgenden Abnehmer 3 sofort auf den noch in Ruhe befindlichen Dieselgenerator um. Ueber einen Hilfskontakt am Umschalter 1 erhält der Hubmagnet 4 aus der Starterbatterie 5 Strom und gibt die Füllung der Brennstoffpumpen frei. Der Bosch-Anlasser 6 wird selbsttätig an die Starterbatterie gelegt, die Dieselmaschine erreicht, von dem Drehzahlregler gesteuert, innerhalb weniger Sekunden ihre Nenndrehzahl. Der Bosch-Anlasser wird durch das an der Erregermaschine liegende Spannungsrelais 7 abgeschaltet. Der Magnetregler 8, der bisher in der Stellung höchsten Widerstandes gestanden hatte, wird mittels des Motorantriebes 9 auf seine der Nennspannung bei gleichbleibender Belastung entsprechende Stellung gesteuert, wo er von einem Endkontakt abgeschaltet wird. Durch die somit langsam steigende Spannung wird eine allmähliche Uebernahme der Last erreicht und die Anheizspitze der Glühlampen vermieden. Die Apparatur arbeitet trotzdem so schnell, daß die Nennspannung, je nach Größe der Maschine, in wenigen Sekunden bis zu einer halben Minute erreicht wird.



1 = Nullspannung-Umschalter,
2 = Notstrom-Sammelschienen,
3 = Notstrom-Abzweige,
4 = Hubmagnet für Brennstoffpumpen,
5 = Starter-Batterie,
6 = Bosch-Anlasser,
7 = Erreger-Spannungs-Relais,
8 = Magnetregler,
9 = Motorantrieb für Magnetregler,
10 = Ueberstrom-Schutzschalter, normal eingeschaltet, mit Arbeitstrom-Auslöser,
11 = Zeitrelais für Ueberwachung der Anlaufzeit,
12 = Schmierölbehälter mit Schwimmer,
13 = Kühlwasserbehälter mit Schwimmer,
14 = Brennstoffbehälter,
15 = Lademaschine.

Schaltbild einer selbsttätigen Notstrom-Dieselanlage mit Rückschaltung von Hand, ohne automatische Spannungsreglung.

Die Brennstoff-, Schmieröl- und Kühlwasserversorgung erfolgt selbsttätig durch mit der Dieselmaschine gekuppelte Pumpen. Das Kühlwasser wird dabei aus einem Behälter 13 entnommen, dem das warme, von der Dieselmaschine kommende Wasser wieder zugeführt wird. Bei größeren Maschinen mit stärkerem Wasserverbrauch sieht man zweckmäßig eine Frischwasser-Zuleitung zum Behälter 13 vor, die bei steigender Temperatur des Kühlwassers dem Behälter selbsttätig Frischwasser zusetzt. Dieser Frischwasser-Zusatz wird durch ein von einem Thermostaten mechanisch gesteuertes Ventil in der Zusatzleitung selbsttätig ohne elektrische Zwischenglieder bewirkt.

Der Schutz des Aggregates besteht im einfachsten Falle aus Sicherungen oder besser, wie im Bild gezeichnet, aus dem dauernd eingeschalteten thermischen Ueberstromschalter 10, aus Schwimmschaltern im Kühlwasser- und Schmierölbehälter, sowie unter Umständen aus einem Kontaktthermometer in der Kühlwasserleitung. Schließlich ist noch ein Zeitüberwachungsrelais 11 zur Verhinderung des vollkommenen Auspumpens der Batterie bei nicht ordnungsgemäßem Anlauf vorgesehen, das ebenso wie die anderen Schutzeinrichtungen auf die Auslösung des Schalters 10 und damit auch auf die Sperrung der Brennstoffzufuhr wirkt. Auf Wunsch kann eine Signalisierung des Ansprechens einer der Schutzeinrichtungen erfolgen. Die Nachladung der Starterbatterie erfolgt durch eine kleine, mit der Dieselmaschine gekuppelte Lademaschine 15 oder durch einen kleinen Gleichrichter.

Soll die Maschine nach Wiedererscheinen der Spannung des Fremdstromnetzes stillgesetzt werden, so wird der Umschalter 1 von Hand in seine alte Lage gebracht, wobei der Hubmagnet die Brennstoffzufuhr abstellt und die Maschine nach wenigen Sekunden stillsetzt. Der Magnetregler läuft selbsttätig in seine Anlaßstellung zurück, so daß alles zum nächsten Anlauf vorbereitet ist.

Häufig werden weitergehende Forderungen, insbesondere die der automatischen Spannungsreglung, an die Automatik gestellt, wodurch die Schaltung naturgemäß etwas verwickelter wird. An Stelle der Steuerung des motorischen Antriebes des Magnetreglers in eine feste Endlage tritt dann die selbsttätige Konstanthaltung der Spannung durch ein auf den genannten Antrieb wirkendes Spannungs-Regulierrelais, das auch mit Kompoundwicklung ausgerüstet werden kann, so daß bei steigender Last eine höhere Spannung konstant gehalten wird.

*) ETZ 1933 H. 1. Mitteilung der AEG.

Digitized by Google

Transformatorenfachmann

Spezialist für Neon- und andere Kleintransformatoren mit reichen Erfahrungen in Berechnung, Konstruktion u. Fabrikation, in leitender Stellung bei Großfirma tätig, sprachenkundig, sucht neuen Wirkungskreis im In- oder Ausland, insbesondere bei Neueinrichtung von Betrieben. Offerten unter **E. 3214** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wer braucht mich?

Elektro-Ing., erstklassige **Werbekraft** für Installationen, sicheres Auftr., zielbew. Arbeit. In Frage kommen nur Ueberlandzentralen m. eigener Install.-Abtlg. Offert. u. **E. 3171** an d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dr.-Ing.

Schwachstromtechn., spez. Elektr.-Röhren, HF Techn., Elektroak. Langj. Hochschulass. mit reicher wissensch. Tätigk. u. Erf., ungek., sucht neuen Wirkungskreis, bevorz. Labor od. Pat.-Büro. Vorz. Zeugn. u. Sprachkenntn. Ang. u. **E. 3229** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Betriebs-Ing.

mit mehrj. Tätigkeit im Elektromotorenbau sowie als Leiter größerer Kraftzentr., **sucht Stellg.** i. In- od. Ausl. als Betriebs-Ing. od. Meister. Off. u. **E. 3230** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Dipl.-Ing.

Starkstr., Hannover „gut", Führersch. 2 u. 3b, sucht Beschäftigung gleich welcher Art. Off. u. **E. 3219** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Ingenieur

Konstrukteur, spez. für elektr. Motoren, 32 J. alt, reiche Erfahrung in der Entwicklung der neusten kleineren und mittleren Motoren, 10 Jahre bei Weltfirma als erster Konstrukteur tätig gew., beste Empfehlungen u. Zeugnisse, sucht Stellung.

Angeb. unt. **E. 3223** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing.

36 J., led., 12 J. Praxis (6 J. Schalt., 4 J. Chef d. Techn. Bür. bek. Motorenf.), sucht per 1. 4. neuen Wirkungskreis b. Großfirm., Eltwerk. o. a. Kink. b. Großunt., auch Ausl. Gefl. Zuschr. u. **E. 3215** an die A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektroingenieur

zur **zentralen Bearbeitung aller elektrotechnischen Fragen** in einem **großen Braunkohlenwerk** in Mitteldeutschland, mit großen **Betriebserfahrungen** und exakten **theoretischen Kenntnissen** gesucht. Genaue Bewerbg. erb. unt. **J. C. 923** an **Invalidendank Ann.-Exped., Berlin W 35.** [3226]

Für Kundendienst suchen wir

erstklassige

Röntgen-Ingenieure oder Physiker

die mit dem gesamten Röntgengebiet, insbesondere Röntgenröhren, Röntgenapparaten, Aufnahme-, Bestrahlungs-, Dosierungstechnik vollkommen vertraut sind. Bevorzugt werden Herren mit perfekten Kenntn. des Französischen, Englischen, Spanischen oder Italienischen — Deutsch Voraussetzung. [3177]

C. H. F. Müller A. G.
Hamburg-Fu., Röntgenstraße.

Physiko-Chemiker

für unsere physikalischen und chemischen Laboratorien gesucht. Gründl. theor. u. prakt. Erfahrungen u. Kenntn. auf dem Gebiete der Isolierstofftechnik und Materialprüfung Bedingung. Bewerber mit praktischen lackchemischen Kenntnissen erhalten den Vorzug.

Angebote u. **E. 3224** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Größeres Überlandwerk

sucht ein oder zwei

Elektroingenieure

für **Betrieb** u. **Werbung** Nur Süddeutsche mit nachweisl. erfolgreicher Tätigk. auf diesem Gebiet wollen Angebote m. Lebenslauf, Bild, Zeugnisabschr., Referenz. u. Angabe d. Gehaltsanspr. u. **E. 3212** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, richten.

Ausnutzung bestehender Verk.-Organisation. Uebern. noch

Vertretungen

Fassungen, Kabel, Litzen, Neuheiten, Hamburg Platz u. Exp. Off. u. **E. 3228** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Spezialfirma für Hochspannungsapparate sucht tüchtigen

Vertreter

der guter Elektroing. sein muß, mit guten Beziehungen zu den Kraftwerken und der großen Industrie für die Bezirke **Sachsen, Oberschlesien, Hannover, Hamburg, Südbaden.** Ang. erb. u. **E. 3227** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Bahnmotore [3217]

5—600 V Gleichstrom, 20—50 kW, nicht über 700 mm breit, evtl. mit Pratzenlager u. Kontroller ges. Angeb. u. **J. J. 15584** bef. **Rudolf Mosse, Berlin SW 100.**

Thür. Elektr.-Lief.-Ges. AG., Gotha (Thür.)

Wir haben **billig** zu verkaufen [3221]

1 fahrb., moderne Oelreinigungsanlage, Syst. „Hering" z. Aufbereiten v. Transformatoren- u. Schalteröl. f. 6000 l/Std., mit Kohle beheiztem Dampfkessel, wenig gebraucht, gut erhalten, Bauj. 1927, zum Anhäng. an Lastwag. geeignet.

Braunkohlengesellschaft sucht als **Betriebsleiter einer modernen Kraftanlage tüchtigen**

Maschineningenieur

Die Stellg. umfaßt die Leitung u. Ueberwachg. der Dampf- u. Stromerzeugungsanl. (Turbinen u. Kolbenmasch.) einschl. Leitungsnetz u. Umspannstationen sowie sämtl. elektr. Einrichtg. der dazugehör. Brikettfabriken u. Tagebaue. Ausf. Bewerbg. m. Lichtb. s. z. richten u. **J. H. 924** an **Invalidendank Ann.-Exp., Berlin W 35.** [3225]

Diplom-Ingenieure

für den Vertrieb elektrischer Meßgeräte gesucht. Herren, die für eine verantwortungsvolle und entwicklungsfähige Tätigkeit im Außendienst geeignet sind, werden gebeten, Bewerbungen m. Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter **E. 3213** an die Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, einzureichen.

Wir suchen [3218]

Verkaufs-Ingenieure

für Röntgen-Apparate und -Röhren für das In- und Ausland. — Herren mit nachweisbaren Verkaufs-Erfolgen werden gebeten, ihre Bewerbungen einzureichen u. dabei die Sprachenkenntnisse anzugeben.

C. H. F. Müller
Aktiengesellschaft Hamburg-Fuhlsbüttel

General-Vertreter

für Spezialfabrik von

Elektro-Maschinen bis 600 PS

für die Bezirke Berlin, Hamburg, Frankfurt/M., Kassel, München, Würzburg, Frankfurt/O., Görlitz, Stettin und Osnabrück sofort gesucht. — Ausführl. Bildbewerbung von nachweisbar eingeführten selbständigen Elektro-Ingenieuren unter **E. 3220** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zivil-Ingenieur

39 Jahre, rühriger, tüchtiger Verhandlungstaktiker, Organisator, sucht wirklich gute **Vertretung** für Berlin bzw. Norddeutschland! Angebote von nur erstrangigen, leistungsfähigen Firmen erbeten an: **„Zeitreklame", Charlottenburg 4, Kantstraße 30.** [3222]

VERTRETER

für Anlaß-, Schalt- und Steuer-Apparate im **In- u. Ausland gesucht.** [3216]

Mitteldeutsche Schaltapparate-Gesellschaft m. b. H., Eisenach

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 30. März 1933** **Heft 13**

Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933*.

Von Dipl.-Ing. W. Rödiger, Berlin.

Übersicht. Es wird über die auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung 1933 in Berlin gezeigten Neuerungen, u. zw. über die hervorstechendsten Neuerscheinungen im Fahrgestellbau und über die Entwicklung der elektrischen Ausrüstung berichtet. Der neue Vorderradantrieb, Schwingachsen, Motoren mit Luftkühlung und elastischer Aufhängung, Getriebe, Einzelradlenkung, ferner Akkumulatorenbatterien, Licht- und Startermaschinen, Zündanlagen usw. sind Gegenstand der Besprechung. Zum Schluß werden Feststellungen über die Entwicklungstendenz der einzelnen Gebiete der elektrischen Ausrüstung gemacht.

Überraschend groß war die Fülle des Neuen, das man am Kaiserdamm neben bewährtem Alten zu sehen bekam. In der Personenwagenabteilung war in vordringlicher Weise zu erkennen, daß die Kraftwagenindustrie nach billigen, leistungsfähigen Gebrauchswagen strebt, deren Bauart und Ausrüstung geringste Betriebskosten, größte Haltbarkeit und störungsfreien Gang gewährleisten. Vorderachsantrieb, Schwingachsen, Motoren mit Luftkühlung, elastische Aufhängung des Motors in Gummi, Getriebe mit Spar- oder Schnellgang, Freilauf und Synchronschaltung, Einzelradlenkung und schließlich die auffallend vielen Karosserien in Stromlinienform waren die hervorstechendsten Merkmale einer inzwischen erfolgten Entwicklung, die auf Grund neuer Erkenntnisse nach Vollkommenheit aller Teile des Kraftwagens, nach höchster Fahrsicherheit und wirtschaftlichem Betrieb strebt. Wenn hier auch in erster Linie die elektrische Ausrüstung zu behandeln ist, so glaube ich doch im Interesse der Leser dieser Zeitschrift kurz auf die wichtigsten Neuerscheinungen des Fahrgestellbaues eingehen zu sollen.

Die Luftkühlung des Motors wird erreicht durch Anordnung und Form der Zylinder und den Einbau eines Windrades. Als Vorteile werden angegeben Vereinfachung des Motors und Erhöhung der Betriebsicherheit durch Fortfall des Wassermantels, der Rohre und Schlauchleitungen, der Wasserpumpe, des Kühlers und des Ventilatorriemens, ferner die Unmöglichkeit des Einfrierens im Winter mit seinen unangenehmen Folgen, geringerer Brennstoffverbrauch und erhöhte Motorleistung.

Die Schaffung des Vorderachsantriebes, lange Zeit wegen der Abfederung und Lenkung der Vorderräder als sehr schwer zu lösendes Problem betrachtet, ist in konstruktiv einwandfreier Weise gelungen. Der Antrieb besteht aus Schnecke, Schneckenrad und mehrgelenkiger Welle mit Abstützungen und entspricht der Erkenntnis, daß es besser ist, einen Wagen zu ziehen, als ihn wie beim Hinterachsantrieb zu schieben. Als Beispiel zeigt Abb. 1 den Vorderachsantrieb, die Schraubenspindellenkung mit Einzelanlenkung der Räder und die Einzelabfederung der Räder durch doppelte Schraubenfederung an dem neuen NAG 6/30 „Voran".

Schwingachsen nennt man die unabhängige Federung der einzelnen Räder. Es werden nicht mehr Starrachsen verwendet, von denen jede auf zwei Federn den Rahmen trägt, sondern jedes Rad hat eigene Federung, die aus Blattfedern oder Schraubenfedern besteht.

Zur Beurteilung von Vorderachsantrieb und Schwingachsenfederung sei hier auf die Forschungen hingewiesen, die zur Zeit von Prof. Kramm (T.H. Stuttgart) und von Dr.-Ing. Maruhn (T.H. Berlin) angestellt werden, und deren bisherige Ergebnisse die Herren in einer von der Automobil- und Flugtechnischen Gesellschaft veranstalteten Vortragsfolge bekanntgegeben haben. Danach ist der Vorderachsantrieb (Kramm) beim Kurvenfahren, und wenn der Wagen auf einen Sommerweg gerät, dem Hinterachsantrieb unbedingt überlegen, da der Wagen mit Vorderradantrieb auch in diesen Fällen einwandfrei Spur hält. Die Versuche mit Starr- und Schwingachsen (Maruhn) haben bisher noch zu keinem endgültigen Ergebnis geführt. Die unabhängige Radbefestigung hat den Nachteil, daß sie in Kurven wenig Seitenfestigkeit besitzt.

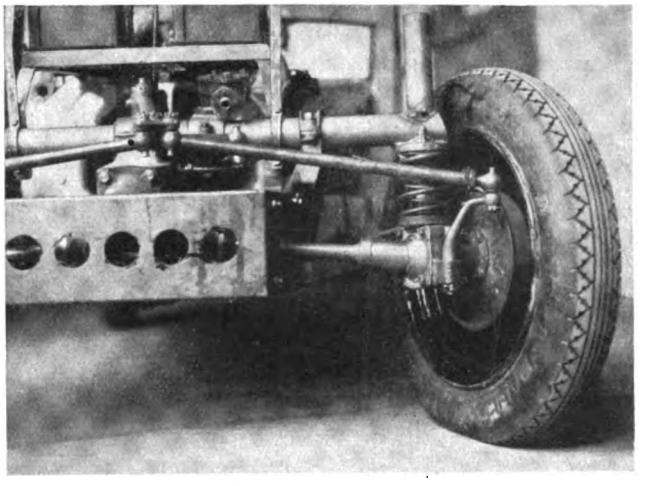


Abb. 1. NAG-Vorderachsantrieb.

Die Seitenfestigkeit ist am größten bei schwingenden Halbachsen, doch sind damit wieder eine größere Kippbewegung und dauernde Spurveränderung verbunden, so daß Lenkräder dafür nicht in Betracht kommen. Starrachsen geben zwar gute Seitenfestigkeit, aber ihr Hauptnachteil ist das Flattern der Vorderräder und die daraus entstehende Trampelbewegung der Vorderachse. Nach Maruhn hat sowohl die Starrachse als auch die Schwingachse ihre Berechtigung, wenn sie dort angewendet werden, wo ihre Vorteile richtig zur Auswirkung gelangen können.

Die elastische Lagerung des Motors, eine von Amerika herübergekommene Maßnahme, erfolgt durch Zwischenfügung von Gummipolstern an den Auflagestellen. Es wird dadurch die Geräuschlosigkeit erhöht und die Eigenvibration des Motors aufgefangen, so daß sie sich nicht auf Rahmen und Karosserie überträgt.

In der Entwicklung der Zahnrad-Schaltgetriebe ist durch die Vervollkommnung der Zahnrad-Bearbeitungsmaschinen, Schraubenräder in der Verzahnung zu schleifen, ein wesentlicher Fortschritt erzielt worden, der in einem fast völlig geräuschlosen Gang und geräuschloser Schaltung besteht. Als Beispiel sei das Aphon-Getriebe der Zahnradfabrik AG. Friedrichshafen hier angeführt (Abb. 2). Das geräuschlose Aphon-Getriebe dieser Firma besteht aus vier Gängen, von denen drei „aphon", d. h. „geräuschlos" sind. Im zweiten, dritten und vierten Gang sind festgelagerte Schraubenräder angeordnet, die in der

* Bericht über die Ausstellung 1931: ETZ 1931, S. 497.

Digitized by Google

Verzahnung geschliffen sind. Diese werden bei der Schaltung zum gegenseitigen Eingriff nicht verschoben. Nur der wenig benutzte erste und Rückwärtsgang werden in der bisherigen Weise durch Ineinanderrücken von Stirnrädern geschaltet. Bei den drei ruhigen Gängen geschieht die Schaltung durch Kuppeln der Räder mit ihren Wellen mittels verzahnter Muffen. Diese werden vorher durch eine Synchronisierungseinrichtung auf gleiche Geschwindigkeit gebracht und beim Durchschalten die synchronisierten Zahnklauen geschaltet. Die Gänge können, da Kupplungen und Räder symmetrisch ausgeführt sind, so eingerichtet werden, daß der dritte Gang direkter Gang wird und der vierte ins Schnelle übersetzt wird, eine Anordnung, die als Schnell- oder Spargang bezeichnet wird. Der zur besseren Ausnutzung der lebendigen Kraft des in Bewegung befindlichen Wagens konstruierte Klemmrollenfreilauf wird an der Kardanseite des Getriebes anstatt des Tachometerdeckels angebracht und durch einen besonderen Hebel aus- und eingeschaltet (Abb. 2 a).

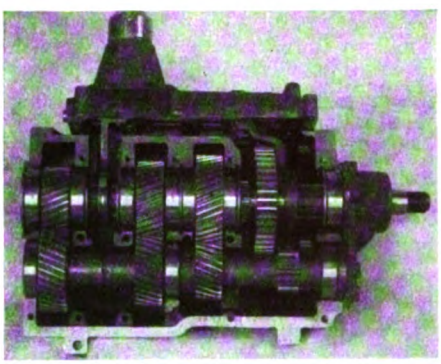


Abb. 2. Aphon-Getriebe der Zahnradfabrik Friedrichshafen AG.

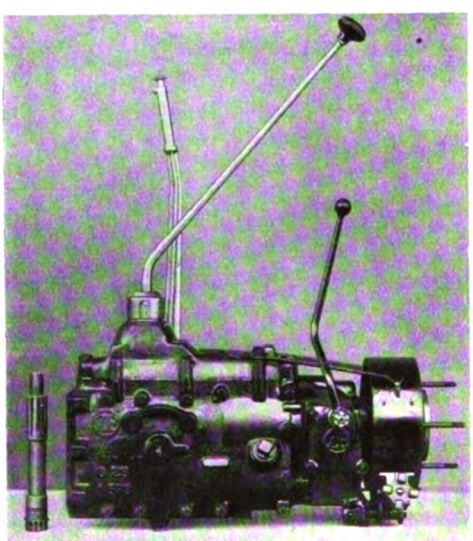


Abb. 2a. Aphon-Getriebe mit Synchronisierung, Freilauf und Bremse.

Die Einzelradlenkung dient zur Erzielung eines dauernd spielfreien Ganges und zur Vermeidung der Flatterneigung der Räder. Als Beispiel ist in Abb. 3 die Einzelradlenkung des neuen Adler 8/40 „Favorit" mit zwei getrennten Spurstangen und Übertragung durch Spindel und Mutter wiedergegeben.

Auf dem Gebiete der Starterbatterien gaben die Stände zahlreicher Akkumulatorenfabriken ein eindrucksvolles Bild von den Bemühungen, diesen wichtigsten Ausrüstungsgegenstand für Start, Beleuchtung und Zündung zu immer größerer Vollkommenheit zu entwikkeln. Nach der bereits früher durchgeführten Normung haben die Akkumulatorenfabriken in der Zwischenzeit durch Verbesserung und Sicherung des Platteneinbaues, Vergrößerung der Leistungen und Beseitigung von Fehlerquellen wesentliche Fortschritte auf dem Wege zu diesem Ziele gemacht.

Die Abteilung Varta der Accumulatorenfabrik AG. zeigte u. a. eine besonders preiswerte Batterie für Motorradbeleuchtung, die infolge der zwangsweise durch Verordnung des Verkehrsministers eingeführten Beleuchtung des hinteren Nummernschildes gegenwärtig in den Vordergrund des Interesses gerückt ist. Als besonderer Vorteil dieser Motorradbatterie wird der feste Einbau in dreiteilige Blockgefäße aus Hartgummi hervorgehoben. Ein Lockerwerden der Platten infolge der besonders starken Erschütterungen, denen die Batterie auf Motorrädern ausgesetzt ist, wird durch Anwendung einvulkanisierter Bleipole in den Elementdeckel verhindert. Gegenüber der bisher verwendeten Vergußmasse hat sich diese Abdichtung als wesentlich sicherer erwiesen. Es wurde darauf hingewiesen, daß die Varta dieselbe Art der Festigung des Platteneinbaus, ergänzt durch den Einbau von Bodenprismen, die den Plattenabstand sichern, allgemein für Fahrzeugbatterien anwendet. Die Motorradbatterie hat eine Kapazität von 7 ··· 10 Ah bei zehnstündiger Entladung und ist für viele Stunden ausreichend, auch wenn die vom Motor angetriebene Lichtmaschine versagt, jedoch nimmt man in den Fällen, wo ein Kraftrad nicht mit Lichtmaschine ausgerüstet ist, die große Batterie von 10 Ah. Die Spannung wird mit 4 oder 6 V bemessen, und das Gewicht beträgt je nach der Größe 3 ··· 4 kg. Auf demselben Stand zeigte die der Accumulatorenfabrik AG. zugehörige Deutsche Edison Accumulatoren Co. G. m. b. H. ihre Deac-Stahlakkumulatoren, die sich in den letzten Jahren auch in Deutschland immer mehr durchgesetzt und manches neue Anwendungsgebiet erobert haben. So finden sie u. a. Verwendung als Stromquelle für Motorradbeleuchtung, für Starterzwecke sowohl bei Personen- als auch bei Lastwagen und Omnibusbetrieben und zum Anwurf von dieselelektrischen Maschinen. Auch im Betriebe elektrischer Fahrzeuge haben sie in großem Umfange Verwendung gefunden, z. B. in Elektrokarren und in Grubenlokomotiven, ferner auf gewissen Spezialgebieten, wo ihre elektrische und mechanische Festigkeit die Verwendung als besonders zweckmäßig erscheinen läßt, z. B. in Verbindung mit Scheinwerferanlagen, bei Handlampen und Grubenlampen, als Zündbatterien für Explosionsrammen, ferner für Tonfilmanlagen und andere Gebiete mehr.

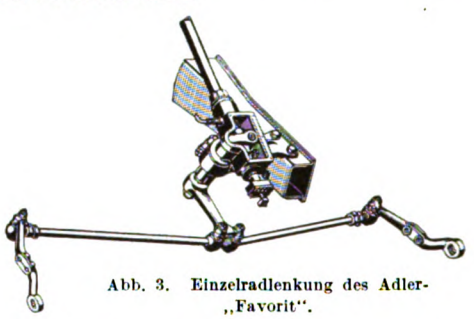


Abb. 3. Einzelradlenkung des Adler-„Favorit".

Die Akkumulatorenfabrik Dr. Th. Sonnenschein, Berlin, zeigt ihre verschiedenen Starter- und Motorradbatterien, die in Kästen aus Hartgummi oder Preßmasse eingebaut sind. Besonderes Augenmerk hat die Firma ebenfalls auf einen soliden und festen Platteneinbau sowie auf den Verschluß durch Entgasungstopfen gerichtet. Diese aus Porzellan gefertigten Stopfen enthalten im Innern einen Hohlraum, in dem sich mitgerissene Säuretröpfchen sammeln, um in die Batterie zurückzufließen.

Auch die Akkumulatorenfabrik Berga G. m. b. H., Rastatt i. Baden, weist auf ihre neuen Motorradbatterien hin unter Hervorhebung der besonderen Art ihrer Prismenabstützung und des Verschlußstopfens, der aus Zelluloid hergestellt ist.

Ferner zeigte erstmalig die Firma Robert Bosch AG. ihre Starterbatterien, die schwedische Firma Nife-Stahlakkumulatoren G. m. b. H., Berlin, alkalische Starterbatterien, die Gottfried Hagen AG., Köln, und einige andere Akkumulatorenfabriken ihre verschiedenen Typen, ohne daß mehr als eine entwicklungsgemäße Vervollkommnung in der Ausführung festzustellen war.

Für die Aufladung von Akkumulatoren außerhalb des Wagens ist eine Gleichstromanlage erforderlich. Es wird in den meisten Fällen zu diesem Zweck eine Gleichrichteranlage zu erstellen sein, da wohl überall Drehstrom, seltener aber Gleichstrom vorhanden ist. Die Accumulatorenfabrik AG. zeigte auf diesem Gebiete die Entwicklung ihrer Glühkathoden-Gleichrichter. Hohe Lebensdauer der Zweimetallkathoden, selbsttätige Zündung unabhängig von der Außentemperatur und auch nach vorübergehender Unterbrechung des Wechselstromes sowie höchster Nutzeffekt, der von Gleichrichtern erreicht werden kann, sind die Vorzüge dieser Apparate. Beachtlich ist es auch, daß die Konstruktion der maschinell hergestellten Röhren den

Digitized by Google

Transportanforderungen dadurch angepaßt wurde, daß man ihnen eine glühlampenähnliche Form gab und infolgedessen für den Versand eine für Lampen übliche Verpackung verwenden kann. In Verbindung mit besonderen Schaltanlagen erfolgt die Ladung von Batterien jeder Art mit Hilfe dieses Gleichrichters völlig selbsttätig. Speziell für den gewerblichen Ladebetrieb bestimmt sind die Vartax-Gleichrichter, die durch die Neuentwicklung der Type Vartax-Superior ergänzt wurden. Diese Neuausführung stellt eine vollständige Ladestation mit mehreren Stromkreisen und vielseitiger Spannungsregelung dar. Strom- und Spannungsregelungen erfolgen ohne verlustbringende Widerstände.

Auf dem umfangreichen Gebiete der Lichtmaschinen, Zünd- und Starteranlagen war bemerkenswert die neue Lichtmaschine der Firma Robert Bosch AG. für Omnibusse, Triebwagen und Motorboote, die mit von der Maschine getrenntem Regler, zum Teil auch mit Ventilator zur Kühlung des Kommutators gebaut wird. Die Leistung dieser Maschinen liegt in den Grenzen von 400 ··· 1000 W bei 12 oder 24 V Spannung. Sie regeln auf konstante Spannung, so daß bei ihnen die Gefahr der Überladung der Batterie auf langandauernden Fahrten vermieden ist. Auf Wunsch werden die Maschinen auch mit Stromregelung geliefert. Neu war auch der auf dem Bosch-Stand gezeigte Hochleistungszünder für Omnibusse, der für reine Magnetzündung, für Doppelzündung, nämlich Magnet- oder Batteriezündung und für Zwillingszündung, d. h. Magnet- und Batteriezündung, gebaut wird (Abb. 4), und bei dem Anker und Unterbrecher still-

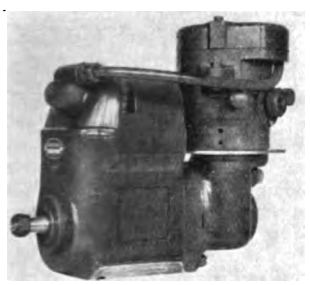


Abb. 4. Bosch-Doppelmagnetzünder für Omnibusse.

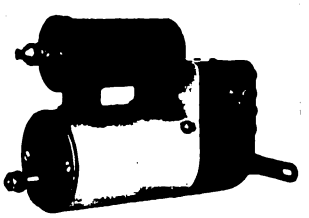


Abb. 5. Bosch-Lichtbatteriezünder für leichte Einzylinder-Motorräder.

stehen, während die Magnetsysteme rotieren. Bei der Doppelzündung hat jeder Zylinder eine Kerze, auf die sowohl der Magnet als auch der in Reserve stehende Batteriezünder geschaltet werden können. Bei der Zwillingszündung arbeiten der Magnetzünder und der Batteriezünder gleichzeitig auf eine der beiden Kerzen eines jeden Zylinders.

Zu erwähnen sind dann noch als Neuschöpfungen der Firma Bosch der Schwungrad-Lichtmagnetzünder kleinster Abmessungen für Kleinmotorräder mit einer Lichtleistung von etwa 15 W bei 5000 U/min und der Lichtbatteriezünder für leichte Einzylinder-Motorräder (Abb. 5), bei dem die Zündspule unmittelbar auf dem Polgehäuse der Lichtmaschine sitzt, so daß der ganze Beleuchtungs- und Zündsatz nur noch aus dem Lichtbatteriezünder, der Batterie und den Scheinwerfern besteht.

Eine neue wesentlich verbesserte und vereinfachte Licht-Anlaßmaschine wurde auf dem Stand der Siemens-Schuckertwerke gezeigt. Die Maschine, eine Gleichstrom-Verbundmaschine besonderer Bauart, arbeitet beim Anlassen als Motor unter Stromentnahme aus der Batterie und, sobald die zum Laden notwendige Drehzahl erreicht ist, als auf annähernd konstante Spannung geregelte Lichtmaschine ohne Umschaltung. Zum Einschalten des Batteriestromes wird ein Fußschalter verwendet. Die Spannungsregelung erfolgt selbsttätig durch einen kleinen Schnellregler, der nach Art der Tirrill-Regler mit schwingenden Kontakten arbeitet. Alle für diese Regelung und das Parallelschalten von Lichtmaschine und Batterie notwendigen Apparate sind in einem gemeinsamen Kasten untergebracht, der an einer beliebigen Stelle eingebaut werden kann. Die Licht-Anlaßmaschine wird unmittelbar mit der Motorkurbelwelle gekuppelt ohne Schwungradverzahnung usw., wodurch sich ein sehr einfacher betriebssicherer Einbau ergibt und ein vollkommen geräuschloses Starten erreicht wird. Somit können auch keine Anstände durch gebrochene Anlasserritzel oder Federn auftreten. Infolge der direkten Kupplung kann der Motor kräftig mit genügend hoher Drehzahl so lange durchgedreht werden, bis alle Kerzen gleichmäßig zünden, so daß das lästige Ausspuren des Ritzels und erneutes Starten bei ungleichmäßiger Zündung im Winter fortfallen. Die Leistung der Licht-Anlaßmaschine ist groß genug, um eine volle Speisung aller Stromverbraucher und darüber hinaus auch beispielsweise die elektrische Heizung des Wagens durchzuführen, die in der kalten Jahreszeit sehr angenehm empfunden wird. Es waren vier verschiedene Größen von Licht-Anlaßmaschinen ausgestellt. Abb. 6 stellt den Leitungsplan einer Anlage mit dieser Maschine dar.

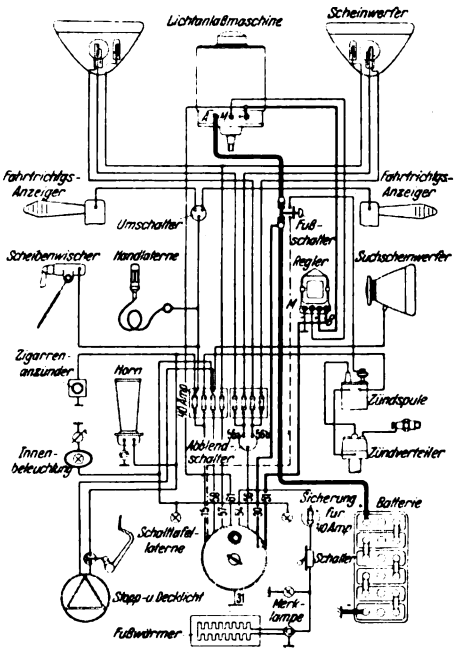


Abb. 6. Leitungsplan der Siemens-Lichtanlaßmaschine.

Weiter zeigte Siemens die Sinterkorund-Zündkerze, die sich seit etwa einem Jahr im Handel befindet[1]. Es wurde auch sehr anschaulich gezeigt, wie die Kerze aufgebaut ist (Abb. 7), und wie mit wenigen Typen die Anforderungen voll erfüllt werden können, die von den verschiedenartigen Motoren vor allem in bezug auf besonders hohe Öl-, Ruß- und Glühfestigkeit an sie gestellt werden.

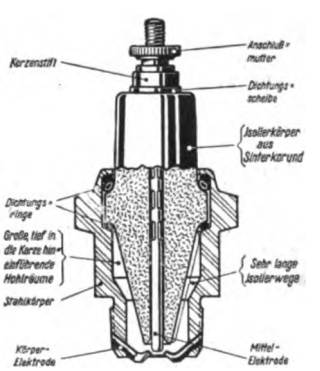


Abb. 7. Aufbau der Siemens-Sinterkorundkerze.

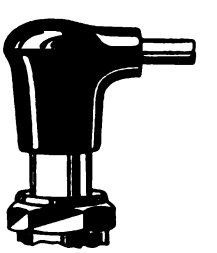


Abb. 8. Siemens-Aufsteck-Kabelschuh.

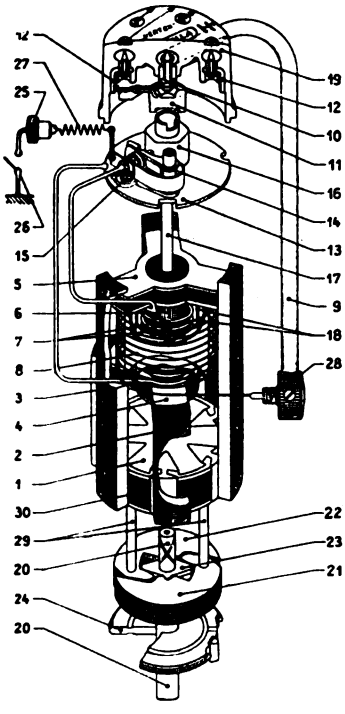
Für die Verbindung zwischen der Zündkerze und dem Zündleitungskabel hat Siemens einen Aufsteck-Kabelschuh (Abb. 8) herausgebracht, dessen Handhabung äußerst einfach ist und keinerlei umständliches Hantieren mit Werkzeug mehr erfordert. Das Kabel kann sich unbeabsichtigt nicht mehr von der Kerze lösen. Der aus hochwertigem Preßstoff bestehende Kabelschuh ist so gut isoliert, daß man keine elektrischen Schläge mehr zu befürchten hat, also unbesorgt am laufenden Motor arbeiten kann. Zündstörungen durch Regen oder Spritzwasser kommen nicht mehr vor.

Die Scintilla AG., Solothurn (Schweiz), machte auf ihren Vertex-Magneto, einen neuen Zündapparat, aufmerksam, der unabhängig von der Batterie arbeitet und in einem Apparat die Aufgaben des Verteilers, der Spule, der Batterie und des bisherigen Magnetos erfüllt. Kon-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 287.

Digitized by Google

struktionsprinzip ist feststehende Spule mit eingewickeltem Kondensator und rotierender Magnet mit selbsttätiger federloser Zündmomentverstellung. Der Vertex-Magneto wird vertikal angeordnet, und seine drehenden Elemente sind dem leichten Verteilerantrieb angepaßt, so daß er ohne Änderung am Motor anstatt eines jeden Zündverteilers eingesetzt werden kann. Abb. 9 zeigt den Aufbau des Vertex-Zündapparates und enthält die Bezeichnungen und Bestimmungen seiner Bauteile.



1 rotierender permanenter Magnet
2 kurze Polschuhe, eingegossen
3 lange Polschuhe, eingegossen
4, 5 Kernverbindungstücke
6 Spulenkern
7 Primärwicklung
8 Sekundärwicklung
9 Verbindungskabel
10 Zentralkontakt des Verteilers
11 Verteilerstück
12 Elektroden im Stromabnehmerkopf
13 Unterbecher-Grundplatte
14 Unterbecherhebel
15 feststehender Kontaktträger
16 Nocken
17 Achse des Rotors
18 Kondensator
19 Stromabnehmerkopf
20 Antriebsachse mit Bremse
21, 22 Fliehgewichte f. selbsttätige Zündmomentverstellung
23 Nocken für selbsttätige Verstellung
24 Friktionsbremse
25 Kurzschlußknopf
26 Zündungschalter
27 Widerstand
28 Hochspannungsklemme
29 Führungstifte für Lamellenbündel
30 lamellierte Rotorpole

Abb. 9. Scintilla-Vertex-Magneto.

Neue Prüfgeräte für die elektrische Ausrüstung des Kraftwagens zeigten die Firmen Lepel-Zündung G. m. b. H., Berlin, und Ignatz Eisele & Co., Frankfurt a. Main. Besonders interessant waren die Universal-Prüfstände der beiden genannten Firmen, die Prüfungen an folgenden Einrichtungen ermöglichen: selbsttätige Zündverteilung, Einstellung für Doppelhebel-Unterbrecher, Kerzen, Zündspulen, Kondensatoren, Magnetanker, Verteilerkappen, Schleifringe, Stromabnehmer und rotierende Verteilerstücke. Zum Betrieb benötigt man zwei Stromquellen, Batteriestrom von 6 V und Starkstrom zum Antrieb des eingebauten Motors, der für jede Spannung und Stromart geliefert wird. In ein Gehäuse eingebaut sind Zündspule, Regelungswiderstand für Antriebsmotor und ein Unterbrecher für Kerzen-, Zündspulen- und Kondensatorprüfung. Auf dem Gehäuse montiert sind eine Kerzendruckkammer, Tachometer, Amperemeter, Griff für Regelungswiderstand, Funkenstrecke, Schwachstromprüflampe zur Kontrolle der Öffnungszeiten der Unterbrecherkontakte, rotierende Funkenstrecke, verstellbarer Tragarm für Verteiler mit jeder Schaftstärke und eine neuartige Mitnehmerkupplung, für alle Verteiler passend ohne Ausbau der Antriebschneckenräder oder Kupplungen. Daneben wurde ein neuer Batterieprüfer gezeigt (Lepel). Das Gerät besteht aus einer Metallgabel mit Griff, deren Spitzen in die beiden Pole der zu prüfenden Zelle gedrückt werden, und ist mit einem Voltmeter, einem Amperemeter und einem veränderlichen Belastungswiderstand ausgerüstet. Der Belastungswiderstand aus Kohlescheiben läßt sich durch Anziehen bzw. Lockern eines Knebels verändern und arbeitet in feinsten Übergängen von 0 bis 350 A. Durch eine seitlich angeordnete Flügelschraube kann er aus- und eingeschaltet werden.

Zur Selbstkontrolle des Fahrers in bezug auf die Innehaltung wirtschaftlicher Fahrgeschwindigkeiten und zur Einhaltung und Überwachung diesbezüglich gegebener Vorschriften hat die Kienzle Taxameter- u. Apparate AG. einen Tachograph herausgebracht, der mit einer kleinen Signallampe verbunden ist, die durch einen Fliehkraftregler bei Überschreitung der einstellbaren Geschwindigkeit eingeschaltet wird und aufflammt. Der Wert dieser Neukonstruktion ergibt sich aus der Tatsache, daß das Überschreiten der wirtschaftlichen Geschwindigkeitsgrenze nicht nur einen erheblichen Mehrverbrauch an Benzin, Öl und Reifen verursacht, sondern auch die Fahrsicherheit beeinträchtigt.

In der Beleuchtungstechnik für Kraftwagen waren verschiedene Neuerungen zu verzeichnen, über die jedoch weiter unten in einem besonderen Artikel berichtet wird. Ich möchte jedoch nicht unterlassen, daneben auf eine Neukonstruktion hinzuweisen, die zwar nicht unmittelbar mit der Wagenbeleuchtung zusammenhängt, aber für den Kraftwagenverkehr und seine Regelung von Wichtigkeit ist. Es handelt sich um eine neue Lichtsignalampel, die von der Siemens & Halske AG. herausgebracht wurde und sich durch eine hochwertige Signaloptik auszeichnet, die Signalzeichen auf größte Entfernungen gut sichtbar macht. Trotz dieser erweiterten Sicht genügen infolge der besonders guten Optik in Verbindung mit Spiegelreflektor und Spezialampe Lampen von 60 W. Alle zu bedienenden Teile sind in einem Schaltkasten untergebracht, der für Wand- oder Mastbefestigung eingerichtet ist. Er enthält in der Hauptsache den Antrieb für die selbsttätige Steuerung der Ampel, ein Schaltwerk mit kräftigen Kontakten, die Sicherungen und den Anschluß ans Netz. Außerdem ist die Möglichkeit der Handsteuerung vorgesehen durch einen Schlüssel, der von außen in den Schaltkasten ohne Öffnung desselben eingesteckt wird. Hierbei wird die Fern- oder Ortsteuerung des Laufwerkes selbsttätig abgeschaltet. Der Stromverbrauch einer solchen vierseitigen Ampel mit drei übereinander angeordneten Signalleuchten (rot, gelb, grün) beträgt bei einer täglichen Betriebszeit von 10 h und 300 Betriebstagen nur etwa 720 kWh im Jahr.

Die Entwicklung, die der Kraftwagenbau, insbesondere der Bau von Personenwagen genommen hat, kennzeichnet sich durch Verringerung der Typenzahl, Bevorzugung des Kleinwagens, Verminderung des Wagengewichtes, Beginn der Verwendung luftgekühlter Motoren, Verwendung von Schwingachsen, Zunahme des Vorderradantriebes und Ausgestaltung der Kraftübertragung in der Richtung möglichster Geräuschlosigkeit beim Schalten und Fahren und der Einfügung von Freilauf und Schongang. Die Tendenz in der Entwicklung der elektrischen Ausrüstung des Kraftwagens ging in den seit der vorigen Ausstellung verflossenen zwei Jahren dahin, sie in jeder Richtung zu vervollkommnen. So konnte man bei den Licht- und Starterbatterien Verbesserungen im Einbau der Platten feststellen, die den Erschütterungen der Fahrbewegung mehr Rechnung tragen. Die Batteriezündung ist restlos durchgeführt. Es gibt kaum noch einen deutschen Personenwagen mit Magnetzündung. Immerhin zeigt sich bei der Zündapparate-Industrie das Bestreben, durch Entwicklung ihrer Magnetzünder und Vereinigung der Vorteile der Magnet- und Batteriezündung in einem Apparat der Batterie ihren Platz streitig zu machen. Die Starteranlagen versuchte man zu vereinfachen, indem man eine einzige Maschine verwendet, der beide Funktionen, die der Dynamo und die des Motors, obliegen. Die Prüfgeräte für die gesamte elektrische Einrichtung sind vermehrt und verbessert und zur bequemeren Handhabung in einem Universalprüfstand zusammengefaßt.

Die diesjährige Automobilausstellung zeigt auch auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugbeleuchtung einige interessante Neuerungen. Fast sämtliche Scheinwerferfirmen bringen die in der Verordnung vom 12. V. 32[1] erstmalig erwähnten Kurvenscheinwerfer und Nebellichter auf den Markt. Die Kurvenscheinwerfer sind fast stets als Zusatzscheinwerfer zu dem abgeblendeten Licht gedacht, um die Seitenstreuung des abgeblendeten Lichtes zu erhöhen. Einige Konstruktionen senden zwei nach den beiden Seiten gehende Lichtbündel aus, während die Mitte verhältnismäßig dunkel bleibt. Die meisten Kurvenscheinwerfer sind gleichzeitig als Nebellichter verwendbar. Als unerläßlich wird von den Scheinwerferfirmen die möglichst tiefe Anbringung der Nebellichter vorgeschrieben. Verschiedene größere Fahrzeugtypen sind mit Kurven- und Nebelscheinwerfern bereits listenmäßig ausgerüstet. Die Glühlampenindustrie liefert neuerdings auf Anregung vieler Kraftfahrer eine Biluxlampe mit halbseitiger Gelbfärbung, durch die das abgeblendete Licht eine gelbe Tönung erhält. Für die Fahrt im Nebel sind die Lampen

[1] ETZ 1932, S. 1062.

Digitized by Google

weniger durch ihre Gelbfärbung, als durch eine schwarze Kuppe geeignet, die den größten Teil der sonst vom abgeblendeten Leuchtkörper ausgehenden, am Scheinwerferspiegel vorbeilaufenden Strahlen auffängt, so daß der undurchsichtige Nebelschleier nicht entstehen kann.

Auf dem Gebiet des abgeblendeten Lichtes ist eine nach einem französischen Patent ausgeführte Scheinwerferart zu erwähnen, bei der grundsätzlich das Biluxprinzip Anwendung findet, da der Leuchtkörper vor dem Brennpunkt eines Parabolspiegels angebracht und nach unten abgeschirmt ist. Das Wesentliche dieses Scheinwerfers ist eine schutenartige Verlängerung der oberen Hälfte des Scheinwerfergehäuses nach vorne hin. Diese Schute fängt sämtliche Streustrahlen auf und verdeckt dem Entgegenkommenden die leuchtende Scheinwerferfläche vollständig.

In bezug auf die Zusatz- und Hilfsbeleuchtungseinrichtung am Fahrzeug, wie Sucher, Fahrtrichtungsanzeiger, Innenbeleuchtung usw., bringen die verschiedenen Ausstellerfirmen eine große Mannigfaltigkeit in Ausführungsformen, die jedoch nichts grundsätzlich Neues darstellen. F. Born.

Motorgenerator-Lokomotiven.

Von Ing. Dr. tech. **Alfred Grabner**, Wien.

(Schluß von S. 276.)

Die Forderung 8, daß der von der Lokomotive aufgenommene Strom bei jeder Belastung mindestens phasengleich oder nach Bedarf voreilend sein soll, kann bei der Umformermaschine am einfachsten dadurch erfüllt werden, daß dem Synchronmotor eine solche konstante Übererregung gegeben wird, daß diese für das Kippdrehmoment ausreicht. Hierdurch ergäbe sich jedoch der Nachteil eines schlechteren Wirkungsgrades bei Teillasten und des weiteren indirekt ein ungünstiges Kurzschlußverhältnis. Eine Nachregelung der Erregung des Synchronmotors darf dem Lokomotivführer nicht zugemutet werden, da dessen ganze Aufmerksamkeit der Geschwindigkeitsregelung vorbehalten bleiben muß. Es ist daher eine selbsttätige Regelung der Erregung des Synchronmotors in Abhängigkeit von der Belastung der Triebmotoren notwendig.

Diese Aufgabe findet z. B. im Schaltbild 3 so ihre Lösung, daß die Erregung des Synchronmotors von einer Summenspannung aus vorgenommen wird, von welcher die eine Komponente als unveränderlich der Leerlauferregung des Synchronmotors entspricht, während die andere Komponente sich mit der jeweiligen Leistung der Triebmotoren verhältnisgleich ändert. Diese zweite Komponente wird in einem Hilfsmaschinensatz, dem Wattmetermaschinensatz 8 nach Schaltbild 3, erzeugt. Der Motor desselben liegt an der Klemmenspannung des Generators 5 und hat konstante Felderregung, der Generator erhält eine verhältnisgleiche Felderregung vom Triebmotorenstrom, er ändert also seine Spannung proportional mit der Triebmotorenleistung. Die Felderregung des Hilfsgenerators wird nicht direkt durch den Triebmotorenstrom, sondern über die Klemmenspannung der Triebmotoren-Erregermaschine 7 abgenommen, damit bei Nutzbremsung, wenn der Triebmotorenstrom sein Vorzeichen wechselt, keine Aberregung des Synchronmotors eintritt. Die Raschheit dieser Art der Regelung ist vollkommen ausreichend, da der Arbeitsbereich, wo große und kurzzeitige Änderungen in der Zugkraftentwicklung gebraucht werden, vorwiegend beim Anfahren vorkommt; in diesem Bereiche ist die Leistungsabgabe des Synchronmotors noch gering, die notwendige Nachregelung in seiner Lasterregung daher ebenfalls gering. Außerdem ist die magnetische Trägheit für die Nachregelung der Lasterregungskomponente im Synchronmotor nicht groß, da dessen Maschinenfeld annähernd konstant bleibt.

Aus den Abb. 7 u. 8 sind die Leistungsfaktoren für die Motoren der Wechselstromlokomotiven für 16⅔ und 50 Per/s zu entnehmen. Da sich bekanntlich der Leistungsfaktor mit zunehmender übersynchroner Drehzahl verbessert, sind 50periodige Einphasen-Reihenschlußmotoren wirtschaftlich nur raschlaufend zu bauen. Es können sich hierbei Stromwendespannungen und Ankerfrequenzen ergeben, welche Vorkehrungen notwendig machen, wie sie durch den Versuchsmotor Abb. 1 u. 2 gezeigt wurden. Die Wechselstromlokomotive mit Kommutatormotoren ist geeignet, bei entsprechender Bemessung ihres Transformators Bahnstrecken mit Fahrdrahtspeisungen unterschiedlicher Frequenz, welche über Streckentrenner mechanisch zusammenhängen, auf gleiche einfache Weise zu überfahren, wie es gegenwärtig bei gleichfrequenten, durch Streckentrenner getrennten Oberleitungsunterteilungen der Fall ist.

Die Forderung 9 nach Nutzbremsung der Motoren bis herab zum Stillstand ohne besondere Umschaltung ist bei Motorgenerator-Lokomotiven nach Schaltbild 3 ohne Unterbrechung des Triebmotorenstromkreises durch Einlegen des Feld- und Bremsreglers 21 auf sehr einfache Weise möglich. Bei der Umformerlokomotive 1082.01 der Ö.B.B.[3], welche die gleiche Bremsanordnung besitzt, hat sich gezeigt, daß im Gebirgsdienst bei der Talfahrt mehr Zuggewicht nutzgebremst werden kann, als die Maschine bei der Bergfahrt zu ziehen vermag. Die Verbesserung des Streckenwirkungsgrades, welche sich mit Umformermaschinen erzielen läßt, kann oft auch dann noch fühlbar sein, wenn der Güterverkehr auf Bahnen sich so abspielen muß, daß beladene Züge nur bergwärts zu fördern sind, talwärts jedoch vorwiegend leere Züge rollen. Die Ersparung, welche die Nutzbremsung indirekt durch geringere Abnutzung der Radreifen und Bremsklötze bedingt, kann gegebenenfalls jene, welche die Verbesserung des Wirkungsgrades einbringt, übertreffen. Die Nutzbremsanordnung, wie sie Schaltbild 3 zeigt, ist aus dem Grunde vorteilhaft, weil sie sich den Geländeverhältnissen sehr gut anpaßt.

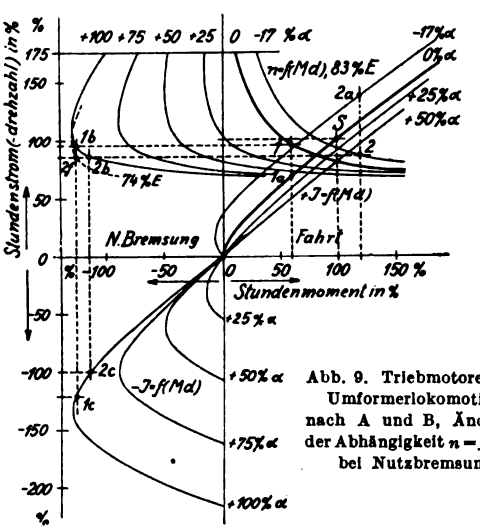


Abb. 9. Triebmotoren der Umformerlokomotiven nach A und B, Änderung der Abhängigkeit $n = f(Md)$ bei Nutzbremsung.

Der Grad der Sicherheit einer Nutzbremsanordnung wird dann noch wesentlich erhöht, wenn auch bei unachtsamer Handhabung der Steuergeräte Überströme von solcher Größe vermieden werden, welche durch die Maximalstromauslösung eine Unterbrechung des Triebmotorenstromkreises zur Folge hätten. In diesem Falle könnte ebenso wie bei zu raschem und hartem Einsetzen der Bremse ein Zerreißen des Zuges erfolgen; ist hierbei die nutzbremsende Lokomotive bei der Talfahrt am Zugende eingeteilt, weil sie bei der vorhergehenden Bergfahrt im Schubdienste verwendet wurde, so kann ein Zerreißen des Zuges zu einer gefahrvollen Auswirkung führen. Bei der Nutzbremsanordnung, wie sie im Schaltbild 3 gezeigt wurde, läßt sich der erhöhte Sicherheitsgrad der Nutzbremsung durch das zu wählende Verhältnis zwischen Reihenschluß- und Fremderregungs-Amperewindungen auf dem Magnetsystem der Erregermaschine 7 auf einfache Weise erreichen. Beträgt dieses Verhältnis z. B. ½, so kann der Bremsstrom der Triebmotoren höchstens den

[3] Grabner u. Pawelka, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 377 u. 403 (1931).

Digitized by Google

Wert der doppelten Stundenstromstärke erreichen. Wird ferner die maximal zulässige Bremslast auf dem größten Gefälle so vorgeschrieben, daß eine genügende Bremsreserve übrig bleibt, so ist die größtmögliche Sicherheit für die Nutzbremsung gegeben. Aus Abb. 9 ist zu erkennen, wie sich die Drehzahlkurve der Triebmotoren bei einer Motorspannung von 83 % des Stundenwertes verlegt, wenn der Bremsregler um — 17 %, 0 %, + 25 %, + 50 %, + 73 % und + 100 % seines maximalen Ausschlagwinkels α verdreht wird.

Bei den Wechselstromlokomotiven mit Reihenschluß-Kommutatormotoren sind mehrere Bremsschaltungen mit Erfolg ausgeführt worden, sie erfordern jedoch bekanntlich ein wesentliches Mehrgewicht, auf welches an späterer Stelle noch näher eingegangen werden soll.

möglich ist, wenn der Relaismotor als Reaktionsmaschine ausgebildet ist. Durch entsprechende Wahl des Kurzschlußstromes des Synchronmotors hat man ein weiteres Mittel in der Hand, auch für die Motorgenerator-Lokomotive das Ausbleiben der Netzspannung ebenso harmlos zu gestalten, wie es für die Wechselstromlokomotive oder Phasenumformerlokomotive der Fall ist. Die bisherigen Erfahrungen, welche mit der Umformerlokomotive 1082.01 in diesem Belange gemacht wurden, lassen die genannten Vorkehrungen als ausreichend erscheinen. Die Kurzschlußbremsung an und für sich ist meistens nur dort am Platze, wo Anfahrwiderstände für die Motoren schon vorhanden sind. Da aber sowohl bei der Umformermaschine wie auch Einphasenwechselstrom-Lokomotive die Motorendrehzahl verlustlos geregelt wird, erfordert in beiden

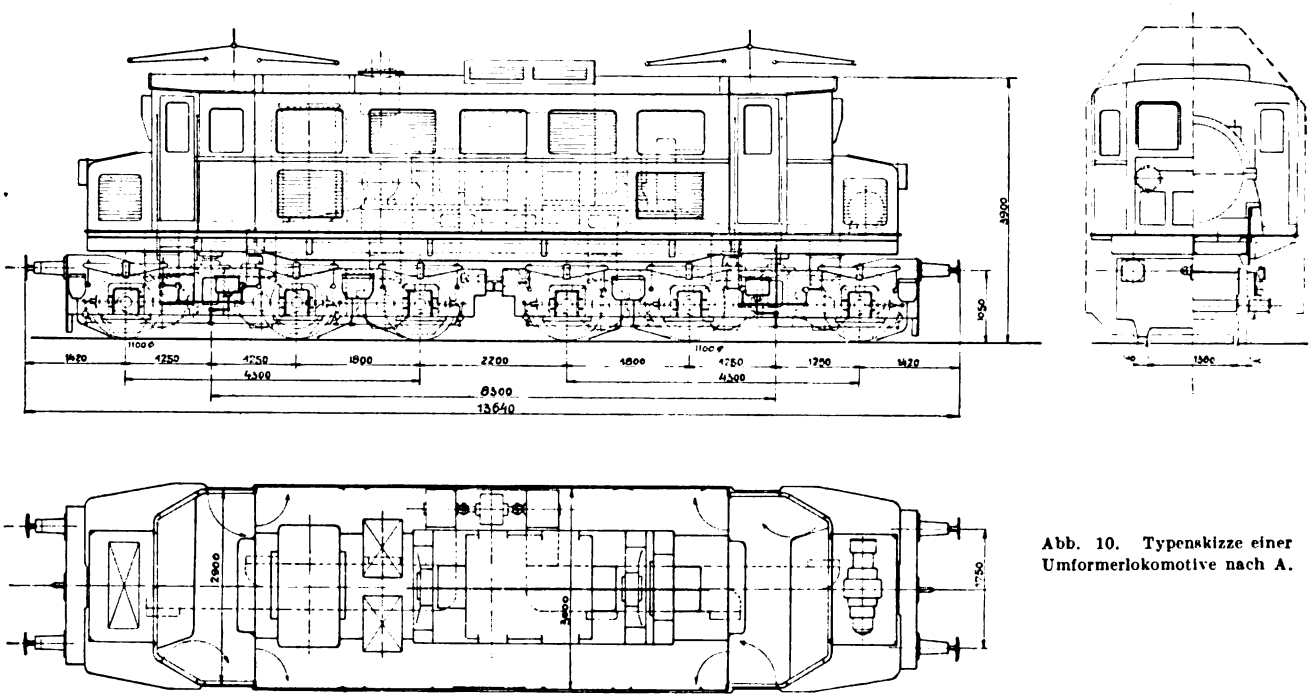


Abb. 10. Typenskizze einer Umformerlokomotive nach A.

Für die ideale elektrische Lokomotive wird nach Forderung 10 für das Ausbleiben der Fahrdrahtspannung die Möglichkeit des Überganges auf Kurzschlußbremsung verlangt. Wie verhält sich nun die Umformerlokomotive beim Ausbleiben der Netzspannung? Da bei Nutzbremsung der Synchronmotor als Rückstromerzeuger mit dem Bahnkraftgenerator, welcher die Fahrleitung speist, parallel läuft, kann auf der Umformerlokomotive der Augenblick, in welchem der Bahnkraftgenerator abgeschaltet wird, nicht wie bei der Wechselstromlokomotive wahrgenommen werden; die Umformerlokomotive erzeugt in diesem Falle durch den auslaufenden Motorgenerator die Fahrdrahtspannung weiter, welche in ihrer Größe mit der Drehzahl des auslaufenden Motorgenerators sinkt. Schafft man sich auf der Lokomotive ein mit dem Bahnkraftgenerator gleichlaufendes Phasensystem, so kann dieses mittelbar zur Anzeige der Abschaltung der Speisespannung herangezogen werden. Im Schaltbild 3 dient als Vergleichsphasensystem der synchrone Schwungradrelaismotor 16. Beim Ausbleiben der Speisespannung wird der Hilfsmotor 16 infolge des Schwungrades das Bestreben haben, seine Winkelgeschwindigkeit beizubehalten, während die Synchronmaschine 4 je nach der Belastung des Gleichstromgenerators vor- oder nacheilen wird. Der Zeitphasenunterschied der induzierten Spannungen zwischen beiden Maschinen erzeugt einen Ausgleichstrom, welcher dazu benutzt wird, über ein Relais die Umschaltung des Motorgenerators von „synchronem Lauf" auf „Anlauf" zu vermitteln. Mit dieser Umschaltung wird noch gleichzeitig eine Schnellentregung in der Erregermaschine 6 erzwungen, so daß bei wiederkehrender Netzspannung der Gleichstromgenerator als Einphasen-Reihenschlußmotor zum Synchronmotor als spannungverzehrendes Zwischenglied in Reihe liegt. Damit die Empfindlichkeit des Relaismotors auch noch bei leerlaufendem Umformer ausreicht, ist es notwendig, um schwere Schwungräder zu vermeiden, die Läuferverluste des Relaismotors tief zu halten, was mit Vorteil dann

Fällen eine Kurzschlußbremsung nicht nur einen unnötigen Gewichtsaufwand, sondern auch noch einen wesentlich umständlicheren Schaltplan. In dieser Hinsicht wäre vielleicht die Umformermaschine etwas günstiger zu bewerten, da hier eine indirekte Kurzschlußbremsung der Triebmotoren über die Primärwicklung des Synchronmotors so vorgenommen werden kann, daß man diese über Widerstände stufenweise kurzschließt.

Die Forderung 11 verlangt für die Motoren einfache und robuste Bauart, genügend großen Luftspalt und möglichst wenig der Abnutzung unterworfene und Wartung erfordernde Teile, wie Kommutatoren und Bürsten. Der einzige Wechselstrom-Kommutatormotor, welcher nach Schaltbild 3 auf der Umformermaschine verwendet wird, ist für den Antrieb des Kompressors bestimmt, auch er könnte durch einen Einphasen-Synchronmotor mit Hilfsphase ersetzt werden; die anderen Hilfsbetriebe, wie Ölpumpen, Ventilatoren usw., werden durch Asynchronmotoren mit Kurzschlußläufer angetrieben. Ein Vergleich über die der Abnutzung unterlegenen Teile geht aus nachstehender Zahlentafel 3 hervor, in welcher für die zu vergleichenden Lokomotiven die Summe der Kommutatoroberflächen und schleifenden Kohlenbürstenoberflächen aufgenommen wurde.

Zahlentafel 3.

Lokomotive	A	B	C	D
Summe der Kommutatoroberflächen in cm²	24 851	24 851	38 440	19 340
Summe der Bürstenoberflächen in cm²	1 824	1 824	2 580	1 200

Aus der Zahlentafel, in welcher auch die Hilfsbetriebe mitberücksichtigt wurden, ist zu entnehmen, daß die niederfrequente Einphasenwechselstrom-Lokomotive rd. 78 % der Kommutatoroberfläche und 66 % der Kohlenbürstenoberfläche der Umformermaschine besitzt. Demgegenüber

Digitized by Google

ist zu erwägen, daß dieses Verhältnis durch den Umstand reichlich ausgeglichen werden dürfte, daß bei den Lokomotiven nach C und D Wechselstromkommutatoren in Frage stehen, welche durch die transformatorische Lamellenspannung insbesondere beim Anfahren der Lokomotive einer größeren Beanspruchung und demnach Abnutzung unterzogen sind; die Umformermaschine besitzt hingegen Gleichstromkommutatoren, bei welchen mit einem funkenfreien Lauf der Bürsten auch bei schweren Anfahrten gerechnet werden kann. Des weiteren spricht zugunsten der Umformermaschine der Entfall der vielen der Abnutzung unterlegenen Kontaktflächen der Schützensteuerung für die Drehzahlregelung der Triebmotoren.

Die Forderung 12 bedingt keinen Unterschied in den zu vergleichenden Lokomotivsystemen.

Nach Forderung 13 soll die Schaltung einfach und wenig von Relais u. dgl. abhängig sein. Vergleicht man das Schaltbild 3 der Umformermaschine mit jenem einer Einphasenwechselstrom-Lokomotive, so ist ersteres vielleicht nicht so bekannt, aber wohl kaum verwickelter als letzteres.

Eine Vielfachsteuerung nach Forderung 14 ist bei der Umformermaschine mit einfachen Mitteln möglich, da die Regelung der Maschinen im Nebenschluß vorgenommen wird.

Die Forderung 15, welche für die elektrische Ausrüstung der idealen elektrischen Lokomotive ein niedriges Gewicht verlangt, um bei vorgeschriebenem Achsdruck eine möglichst hohe Leistungsfähigkeit zu ergeben, ist für die Wertung der zu vergleichenden Maschinen von wesentlicher Bedeutung, da sie seit jeher am meisten bestimmend für die Eignung der Triebfahrzeuge war.

In der Zahlentafel 4 wurden die Gewichte der elektrischen Ausrüstungen und die Gesamtgewichte der Lokomotiven nach A, B, C und D zusammengestellt.

Zahlentafel 4.

Type	Gewicht der elektrischen Ausrüstung[1]		Lokomotivgewicht[2]	
	ohne[3] Nutzbremsung	mit[3] Nutzbremsung	ohne[3] Nutzbremsung	mit[3] Nutzbremsung
A) Umformerlok. $C_0 + C_0$, 50 Per/s mit Lok-Transf.	48,3	49	101,3	102
ohne „	46,8	47,5	99,8	100,5
B) Umformerlok. $C_0 + C_0$, $16^2/_3$ Per/s mit Lok.-Transf.	54,3	55	113,3	114
ohne „	54,1	54,8	113,1	113,8
C) Wechselstromlok. $C_0 + C_0$, 50 Per/s	38,5	42	88,5	94
D) Wechselstromlok. $C_0 + C_0$, $16^2/_3$ Per/s	39	43	89	95

[1] einschließlich Zahnradgetriebe und Schutzkasten.
[2] Gewichte der Fahrzeugteile nach gebauten Lokomotiven bzw. an Hand von Projekten ermittelt.
[3] Vgl. ETZ 1920, S. 541.

Eine Typenskizze für die Umformerlokomotive nach A gibt Abb. 10. Bei Wahl einer Achsfolge 1 D_0 1 würde sich das Gewicht der elektrischen Ausrüstung auf 46 t, bei einer Achsfolge 1 BB 1 auf 43,2 t ermäßigen.

Es kann bei den Umformerlokomotiven an Gewicht noch gespart werden, wenn man sie nur mit einem Führerstand ausführt und eine Bauform wählt, wie sie die Umformerlokomotive 1082.01 der Ö. B. B. (s. Abb. 11) besitzt. Von diesem Mittel wurde jedoch bei den zu vergleichenden Lokomotivtypen aus dem Grunde kein Gebrauch gemacht, damit die gemeinsame Vergleichsbasis für die vier Maschinen nicht zu weit verlassen wird. Des weiteren sei noch erwähnt, daß in Band 17 des Berichtes zur zweiten Weltkraftkonferenz das Motorgewicht für einen niederfrequenten Einphasenreihenschluß-Kommutatormotor mit 5 kg je 1 PS Nennleistung angegeben wurde. Für die Vergleichslokomotive D beträgt das Einheitsgewicht nach Zahlentafel 1 5,75 kg. Dieses Mehrgewicht findet seine Begründung darin, daß bei allen vier Lokomotiven nach A, B, C und D die Verwendung von Leichtmetall als Baustoff nicht erwogen wurde.

Der Vergleich der Umformermaschine für 50 Per/s und der Wechselstromlokomotive für $16^2/_3$ Per/s bestätigt in vollem Maße die Kritik im Bericht zur zweiten Weltkraftkonferenz[4], welche sich dahingehend äußert, daß die Umformermaschine für 50 Per/s nach Gewicht und Leistung sehr wohl in Wettbewerb mit normalen Wechselstromlokomotiven für $16^2/_3$ Per/s treten kann. Bei größeren Lokomotivleistungen, wo zur Beherrschung der Motorströme sich für die Steuerung mit Stufenschalter schon Schwierigkeiten ergeben und auch Nutzbremsung vorgesehen werden soll, wird das Lokomotivgewicht der Umformermaschine jenem der Wechselstromlokomotive gleichwertig. In solchen Fällen wird die Umformermaschine auch bei Niederfrequenz u. U. eine einfachere Lösung ermöglichen. Umformermaschinen für Niederfrequenz wurden bekanntlich für Sonderzwecke auch auf europäischen Bahnen schon mehrfach gebaut. So sind z. B. die Lokomotiven, welche von den Siemens-Schuckertwerken AG., Berlin, und J. A. Maffei, München, in Zusammenarbeit mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft entworfen und geliefert wurden[5], als Vorläufer von Gleichrichterlokomotiven besonders bemerkenswert.

Abb. 11. Umformerlokomotive 1082.01 der Ö. B. B. für die Arlbergstrecke.

Die letzte der 16 Forderungen für die ideale elektrische Lokomotive verlangt endlich einen im Verhältnis zur Leistung entsprechenden Preis. Da sich die Gepflogenheit herausgebildet hat, die elektrischen Lokomotiven hauptsächlich nach einem Einheitspreis ihrem Gewichte nach zu bewerten, gibt die Gewichtstafel 4 auch einen Anhaltspunkt für die Lokomotivpreise. Hierbei wäre allerdings noch zu erwägen, daß auch dort, wo für die Umformermaschine das Mehrgewicht gegenüber der äquivalenten Wechselstromlokomotive einen höheren Preis bedingen würde, dieser sich noch insofern ermäßigen ließe, als der Preis je Gewichtseinheit für normale rotierende Maschinen tiefer liegt als für Steuergeräte, solche aber bei der Umformermaschine in geringerem Ausmaße vorkommen.

Es besteht die gerechte Hoffnung, daß die Fortschritte der Pionierarbeiten, welche mit gittergesteuerten Quecksilberdampf-Gleichrichtern gemacht werden[6], dem Bestreben, welches trotz der technischen Vollkommenheit der niederfrequenten Wechselstromlokomotive sich immer wieder geltend gemacht hatte, zum Durchbruch verhelfen, die Vollbahnen aus dem Landessammelnetz mit Einphasenstrom von 50 Per/s zu versorgen, da die bahneigene Frequenz von $16^2/_3$ Per/s naturgemäß als Mangel in der allgemeinen Energieversorgung empfunden werden muß. Die Motorgeneratorlokomotive erfüllt die Aufgabe der Energieübertragung mit normalfrequentem Strom und kann als gute Lösung bezeichnet werden; inwieweit die Gleichrichterlokomotive sich als Feind des Guten und somit als bessere Lösung entwickeln wird, muß noch abgewartet werden, sie ist so wie jede andere Lösung in diesem Belange zu begrüßen.

[4] Band 17, Bericht P. Müller, S. 353.
[5] Bericht zur zweiten Weltkraftkonferenz, W. Reichel.
[6] Siemens-Z. Bd. 11, S. 142 (1931). Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 533 (1931). ETZ 1931, S. 1237 u. 1238 (Bericht über die gemeinsame Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und der Vereinigung der Elektrizitätswerke). F. Kern, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 313 (1931). M. Schenkel, ETZ 1932, S. 761.

Digitized by Google

Das Stromvektordiagramm des Einphasenmotors mit Kapazität in der Hilfsphase.

Von F. Punga, Darmstadt.

Übersicht. Das Verhalten des Einphasen-Induktionsmotors mit Kapazität in der Hilfsphase wird in Anlehnung an einen früheren Aufsatz des Verfassers in der ETZ* auf einfache Weise abgeleitet.

Der Einphasen-Induktionsmotor mit Kapazität in der Hilfsphase hat, besonders für kleine Leistungen, ein beträchtliches Anwendungsgebiet gewonnen. Seine Berechnung hat aber die für die Praxis erforderliche Einfachheit noch nicht erlangt, obgleich schon eine große Anzahl wertvoller Abhandlungen vorliegt. Offenbar bildet er nur einen Spezialfall des unsymmetrischen Mehrphasenmotors, der aber in seiner praktischen Behandlung genau die gleichen Komplikationen aufweist. Ich habe schon früher gezeigt, daß bei geeigneter Wahl des Kondensators die Verhältnisse bei Vollast sich sehr einfach und übersichtlich gestalten; ebenso ist der erste Moment des Anlaufes leicht zu berechnen, u. zw. für eine beliebige Größe des Kondensators; denn solange der Rotor sich nicht dreht, beeinflussen sich Hauptphase und Hilfsphase nicht. Ein Motor, der einen Ventilator antreibt, der also praktisch immer mit Vollast läuft, ist aber durch die beiden erwähnten Punkte genügend vorausbestimmt. Anders aber Motoren mit veränderlicher Last. Gerade der Leerlauf des Kondensatormotors bringt unangenehme Überraschungen, so daß also in einem solchen Falle das Verhalten des Motors über den ganzen Drehzahlbereich erforscht werden muß.

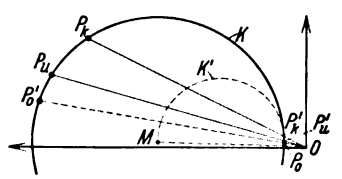


Abb. 1. Die Impedanzkreise des symmetrischen Zweiphasenmotors und des Einphasenmotors.

Vollständige Lösungen sind schon vorgeschlagen worden von Biermanns[1], Morrill[2] und Wolf[3], aber die erhaltenen Formeln sind so lang und die Durchrechnung eines einzigen Belastungspunktes erfordert so viel Zeit, daß ein Überblick über die Abhängigkeit der Eigenschaften des Motors von den einzelnen Veränderlichen nur sehr schwierig zu erlangen ist[4].

Eine überraschend einfache Ableitung und Lösung erhalten wir, wenn wir von den Impedanzkreisen des Mehrphasen- und Einphasenmotors ausgehen, deren innerer Zusammenhang vom Verfasser in der ETZ 1928, S. 603, nachgewiesen wurde. In Abb. 1 ist K der Impedanzkreis des Mehrphasenmotors mit dem Mittelpunkt M und den Punkten P_0', P_k' und P_u', die durch Inversion der Strecken OP_0, OP_k und OP_u des Stromvektordiagrammes erhalten worden sind, wobei natürlich der Kreis des Stromvektors in sich selbst invertiert worden ist. Ich hatte in dem erwähnten Artikel gezeigt, daß der Impedanzkreis des Einphasenmotors durch M, P_k' und P_u' hindurchgeht, wobei für den Übergang vom Drehstrommotor zum Einphasenmotor noch eine bestimmte Änderung des Maßstabes erforderlich wird.

Für den Zweiphasenmotor und den nur eine Phase desselben benutzenden Einphasenmotor tritt, wie eine einfache Überlegung zeigt, keine Änderung des Maßstabes ein, denn die Impedanz OP_k' ist für den Einphasenmotor und den Zweiphasenmotor identisch, da ja die beim Kurzschluß hinzukommende zweite Phase den Kurzschlußstrom der 1. Phase nicht beeinflussen kann. Aus dem Umstand, daß die Mitte der Verbindungstrecke zweier konjugierter Punkte, also für Schlupf σ und $(2-\sigma)$ des Kreises K den entsprechenden Punkt des Kreises K' ergeben muß[5], kann der Schlupf für die Impedanzkreise des Einphasenmotors leicht bestimmt werden.

Im folgenden sollen nun die Impedanz des Zweiphasenmotors (Z) und die des Einphasenmotors (Z') als bekannt angesehen werden. Tatsächlich ist damit ein viel anschaulicheres Bild gewonnen, als wenn man auf die Widerstände der Phasen und die Reaktanzen bei rechts und invers rotierenden Drehfeldern zurückgeht. Unter Z ist eben sofort der Heylandkreis und unter Z' der obigem Diagramme entsprechende Kreis K' als gegeben angenommen.

I_1 und I_2 seien die Ströme in den beiden Phasen eines symmetrischen Zweiphasenmotors, dem die Spannungen U_1 und U_2 zugeführt werden. Die letzteren sollen keinem symmetrischen Zweiphasennetz entnommen sein, sondern allgemeine Bedeutung besitzen. Nur Frequenzgleichheit ist vorgeschrieben. Solange keine Sättigungserscheinungen auftreten, werden U_1 und U_2 in linearer Form von I_1 und I_2 abhängen, also:

$$U_1 = a_1 I_1 + b_1 I_2 \tag{1}$$

$$U_2 = a_2 I_1 + b_2 I_2 \tag{2}$$

worin a_1, a_2, b_1, b_2 vorläufig unbekannte Koeffizienten sind, deren Bedeutung sich aber durch folgende Überlegung erkennen läßt:

I. Wenn $I_2 = 0$, so arbeitet Phase I wie ein gewöhnlicher Einphasenmotor, also

$$a_1 = Z'. \tag{3}$$

II. Wenn $I_1 = 0$, so arbeitet Phase II wie ein gewöhnlicher Einphasenmotor, also

$$b_2 = Z'. \tag{4}$$

III. Wenn $I_2 = j\,I_1$ und gleichzeitig $U_2 = j\,U_1$, so arbeiten die Phasen I und II wie ein gewöhnlicher symmetrischer Zweiphasenmotor, also aus Gl. (1)

$$a_1 + j\,b_1 = Z$$

und unter Berücksichtigung von Gl. (3)

$$b_1 = j\,(Z' - Z) \tag{5}$$

und aus Gl. (2) ebenfalls:

$$a_2 = j\,(Z - Z'). \tag{6}$$

Die zwei Gleichungen des symmetrischen Zweiphasenmotors bei den beliebig zugeführten Spannungen U_1 und U_2 an den Klemmen lauten also:

$$U_1 = Z'\,I_1 + j\,(Z' - Z)\,I_2 \tag{7}$$

$$U_2 = j\,(Z - Z')\,I_1 + Z'\,I_2. \tag{8}$$

Hieraus können I_1 und I_2 für jeden Schlupf berechnet werden.

Für den Motor mit Kapazität in einer Phase, aber vollständig symmetrischer Wicklung lauten die Gleichungen:

$$U = Z'\,I_1 + j\,(Z' - Z)\,I_2 \tag{9}$$

$$U = j\,(Z - Z')\,I_1 + (Z' + Z_k)\,I_2, \tag{10}$$

wobei offenbar nur die Hinzuschaltung der Kapazität C (also der Impedanz $Z_k = -j/\omega\,C$) als neues Merkmal erscheint.

Hat die 2. Phase c-mal mehr Windungen als die erste, und ist der Querschnitt c-mal kleiner, so ergeben sich durch ganz ähnliche Betrachtungen die Gleichungen

$$U = Z'\,I_1 + j\,c\,(Z' - Z)\,I_2 \quad \text{für Phase } I \tag{11}$$

$$U = j\,c\,(Z - Z')\,I_1 + (c^2\,Z' + Z_k)\,I_2 \quad \text{für Phase } II. \tag{12}$$

Nehmen die Phasen I und II verschieden großen Platz an der Peripherie ein, so muß c unter Berücksichtigung der verschiedenen Wickelfaktoren der beiden Phasen bestimmt werden.

Aus Gl. (11) und (12) ergibt sich:

$$I_1 = U\,\frac{c^2\,Z' + Z_k + j\,c\,(Z - Z')}{Z'\,(c^2\,Z' + Z_k) - c^2\,(Z - Z')^2} \tag{13}$$

$$I_2 = U\,\frac{-j\,c\,(Z - Z') + Z'}{Z'\,(c^2\,Z' + Z_k) - c^2\,(Z - Z')^2} \tag{14}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{Z' - j\,c\,(Z - Z')}{c^2\,Z' + j\,c\,(Z - Z') + Z_k} \tag{15}$$

und der Netzstrom

$$I = I_1 + I_2 = U\,\frac{(c_2 + 1)\,Z' + Z_k}{Z'\,(c^2\,Z' + Z_k) - c^2\,(Z - Z')^2}. \tag{16}$$

---

* ETZ 1928, S. 603.

[1] Biermanns, Arch. Elektrotechn. Bd. 17, S. 519 (1926).

[2] Morrill, Quart. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 614 (1929). Siehe auch Bailey, Quart. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 596 (1929).

[3] Wolf, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 459 (1930).

[4] Hier wäre auch hinzuweisen auf die wertvolle Arbeit von Brüderlin, „Die Induktionsmaschine als Phasenumformer" (Arb. elektrotechn. Inst. Karlsruhe, Bd. 4) in welcher unter Benutzung des neu eingeführten Dämpfungsfaktors auf S. 26 Gleichungen abgeleitet werden, die sich für eine wesentlich einfachere Berechnung des Kondensatormotors ohne weiteres benutzen lassen. Obgleich diese Anwendung von Brüderlin nicht gemacht wird, würde man doch geneigt sein, ihm die Priorität für die erste vollständige Lösung zuzuerteilen, denn seine Arbeit stammt aus dem Jahre 1920.

[5] S. Abb. 1 des Originalaufsatzes.

Digitized by Google

Aus der schon erwähnten Arbeit des Verfassers (ETZ 1928) folgt:

$$Z' = \frac{Z + Z_0}{2}$$

$$Z - Z' = \frac{Z - Z_0}{2},$$

wo Z_0 den zu Z konjugierten Wert der Impedanz des Zweiphasenmotors darstellen möge, also die Impedanz beim Schlupfe $2 - \sigma$, wenn Z die Impedanz beim Schlupfe σ ist. Diese in Gl. (13)···(16) eingesetzt, ergibt:

$$I_1 = U \frac{Z(c^2 + jc) + Z_0(c^2 - jc) + 2Z_k}{Z(2c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k} \qquad (17)$$

$$I_2 = U \frac{Z(1 - jc) + Z_0(1 + jc)}{Z(2c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k} \qquad (18)$$

und hieraus:

$$I = I_1 + I_2 = U \frac{(Z + Z_0)(c^2 + 1) + 2Z_k}{Z(2c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k} \qquad (19)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{Z(1 - jc) + Z_0(1 + jc)}{Z(c^2 + jc) + Z_0(c^2 - jc) + 2Z_k}. \qquad (20)$$

Da bisher keinerlei Vernachlässigung zugelassen worden ist, so muß das Ergebnis der Gl. (17)···(20) identisch sein mit demjenigen der andern Verfasser; die außerordentlich große Vereinfachung ist sofort ersichtlich. Sobald der Heylandkreis des Zweiphasenmotors mit den eingetragenen Werten des Schlupfes vorliegt, wird die Berechnung der Gl. (17) ··· (20) am schnellsten graphisch ausgeführt und erfordert dann nur einen kleinen Prozentsatz der Zeit, die bei Benutzung der Gleichung von Morrill notwendig wird.

Beschränken wir uns auf die Untersuchung des Drehzahlbereiches von 0 bis Synchronismus, so ist der konjugierte Wert Z_0 nicht nur sehr klein, sondern auch praktisch konstant. Da jetzt Z die einzige Veränderliche ist, die ihrerseits einen Kreis darstellt, so muß jetzt sowohl I_1 als I_2, I und I_2/I_1 einen Kreisbogen darstellen.

Das Aufzeichnen der Stromkurve ist also noch weiter erleichtert worden, denn wir brauchen von dem Heylandkreise des Zweiphasenmotors nur drei zum Drehzahlbereich $0 \leq \sigma \leq 1$ gehörige Punkte zu nehmen und erhalten dann das gesuchte Stromvektordiagramm des neuen Motors. Am besten nehmen wir die Werte $\sigma = 0$, $\sigma = 0{,}1$ und $\sigma = 1$, wobei der letztere Wert gleichzeitig Z_0 darstellt[6]. Auf dem erhaltenen Kreise sind nun zunächst die Werte des Schlupfes für 3 Punkte gegeben. Eine einfache Konstruktion gestattet innerhalb der Werte $\sigma = 0$ und $\sigma = 1$ den Wert des Schlupfes für jeden anderen Punkt des Kreises zu bestimmen. A, B und C (Abb. 2) seien die 3 gegebenen Punkte für $\sigma = 0$, $\sigma = 0{,}1$ und $\sigma = 1$.

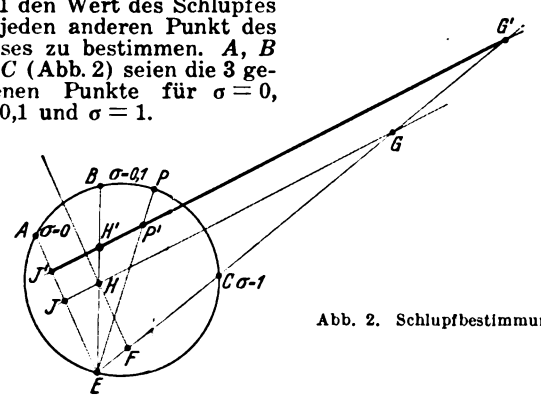


Abb. 2. Schlupfbestimmung.

Wir nehmen auf dem Kreise einen beliebig gewählten 4. Punkt E an, ziehen durch E und C eine Gerade und wählen auf der Geraden den Punkt F beliebig, den Punkt G so, daß $EG = 10\,EF$. H sei der Schnittpunkt einer durch F parallel EA gezogenen Geraden mit EB, dann ist HG eine Gerade, auf der der Schlupf linear erscheint als Schnittpunkt mit den von E ausgehenden Strahlen. Man kann nun die Gerade HG parallel verschieben, bis die von EA und EG abgeschnittene Strecke $I'G'$ eine gewünschte bequeme Länge, z. B. 10 cm beträgt, und auf dieser neuen Länge sind die Werte des Schlupfes linear abzulesen, z. B. für den Kreispunkt P als Strecke $I'P'$.

Anlauf.

$$\sigma = 1;\ Z = Z_0.$$

$$I_1 = \frac{U}{Z_0}, \qquad I_2 = \frac{U}{c^2 Z_0 + Z_k}.$$

[6] Der Kreisbogen wird sich noch genauer an die wirkliche Kurve anschmiegen, wenn für $\sigma = 0$ und $\sigma = 0{,}1$ die genauen Werte von Z_0 genommen werden.

Wenn der symmetrische Zweiphasenmotor mit $I_1 = U/Z_0$ in der einen Phase und jI_1/c in der 2. Phase das Drehmoment $M_{d,a}$ entwickelt, so entwickelt der Motor mit dem Kondensator in der Hilfsphase das Drehmoment

$$M_{d,a} \begin{vmatrix} OA \\ OB \end{vmatrix} \sin a,$$

wo $OA = Z_0$, $AB = Z_k$, $a = \sphericalangle AOB$ in Abb. 3.

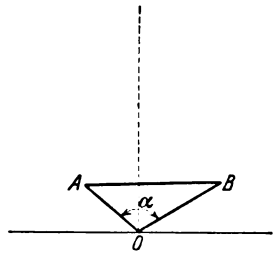


Abb. 3. Anlaufdiagramm.

Aus diesem einfachen Diagramm lassen sich auch die günstigsten Anlaufverhältnisse leicht ableiten, doch soll hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Vollast.

Es soll untersucht werden, unter welchen Bedingungen beide Phasen des Motors gleichmäßig belastet werden, denn dies führt zu den geringsten Verlusten und dem geringsten magnetischen Geräusch. Wir müssen also $I_2 = jI_1/c$ setzen und erhalten die Gleichung

$$\frac{Z(1 - jc) + Z_0(1 + jc)}{Z(c^2 + jc) + Z_0(c^2 - jc) + 2Z_k} = \frac{j}{c} \qquad (21)$$

und hieraus:

$$Z_k = -c(c + j)Z. \qquad (22)$$

Durch die Wahl von c wird der Richtungsunterschied zwischen Z und Z_k berücksichtigt. Hat der Strom des symmetrischen Zweiphasenmotors bei Vollast den Nacheilungswinkel φ gegenüber der Spannung, und soll bei Vollast die Symmetrie des Motors erreicht werden, so muß

$$c = \operatorname{tg} \varphi \qquad (23)$$

gewählt werden

und

$$|Z_k| = \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} |Z|. \qquad (24)$$

Die folgende Zahlentafel gibt Aufschluß über die Werte von c und $\frac{|Z_k|}{|Z|}$ bei verschiedenen $\cos\varphi$ des symmetrischen Motors; die letzten Spalten geben den Verschiebungswinkel φ' und $\cos\varphi'$ des Einphasenmotors mit Kapazität:

$\cos\varphi$	c	$\frac{\lvert Z_k\rvert}{\lvert Z\rvert}$	$\varphi' = 2\varphi - 90°$	$\cos\varphi'$
0,5	1,73	3,46	30°	0,865
0,6	1,33	2,22	16°	0,96
0,7	1,01	1,44	0°	1
0,8	0,75	0,94	— 16°	0,96 voreilend,
0,9	0,485	0,54	— 38,2°	0,79 „

Der Verfasser hatte schon in seinem früheren Aufsatz darauf aufmerksam gemacht, daß der Einphasen-Kondensatormotor am besten aus einem Zweiphasenmotor mit schlechtem $\cos\varphi$ abgeleitet wird. Die obige Zahlentafel gestattet, diesen Punkt noch etwas eingehender zu untersuchen. Soll z. B. ein zweipoliger 0,5 PS-Einphasenmotor mit Kapazität in der Hilfsphase gebaut werden, so würde der zugrunde gelegte Zweiphasenmotor einen $\cos\varphi$ von etwa 0,9 haben. Nach obiger Zahlentafel würden wir in den Nuten der Hilfsphase halb so viel Drähte, aber von doppeltem Querschnitt unterbringen als in den Nuten der Hauptphase. Der Motor ist zwar in elektrischer Beziehung ausgezeichnet ($\cos\varphi' = 0{,}8$ voreilend!), aber in wirtschaftlicher Beziehung ist er ungünstig geworden, denn er hat eine rd. 3mal größere Kapazität nötig wie der Motor mit $c = 1$, der einem Zweiphasenmotor mit $\cos\varphi = 0{,}7$ entspricht.

In der Praxis wird öfters $c > 1$ gewählt, selbst da, wo die obige Zahlentafel $c = 1$ oder $c < 1$ vorschreibt. Es wird dann absichtlich auf einen bei Vollast magnetisch ausbalancierten Motor verzichtet, nur um die Kosten des Kondensators zu verkleinern. Eine andere Lösung, die m. E. vorzuziehen ist, besteht darin, den Motor so stark zu sättigen, daß der $\cos\varphi$ des Zweiphasenmotors zwischen 0,6 und 0,7 liegen würde, und dann $c \approx 1{,}3$ zu wählen. Es kann dann der Kondensator und der Motor billiger gemacht und trotzdem ein magnetisch balancierter Motor mit $\cos\varphi' = 0{,}96$ erzielt werden.

Der Sonderfall $I_1 = 0$.

Bisher ist noch nirgends auf die Eigentümlichkeit des Kondensatormotors hingewiesen worden, daß der Strom der Hauptphase bei geeigneter Wahl der Kapazität ver-

Digitized by Google

schwinden kann, u. zw. für einen innerhalb des normalen Lastbereiches liegenden Schlupf. Die Gl. (17) liefert hierfür die Bedingung:

$$2 Z_k + Z_0 c (c - j) + Z c (c + j) = 0 . \qquad (25)$$

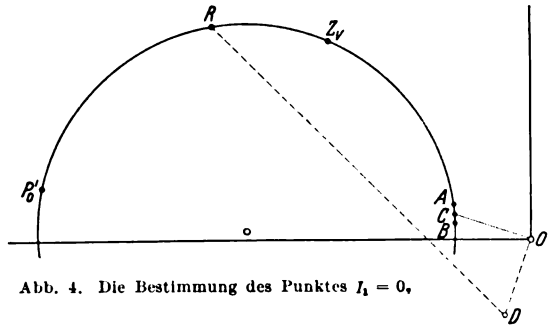


Abb. 4. Die Bestimmung des Punktes $I_1 = 0$.

Da wir von Z_k die Richtung, von Z_0 die Größe und Richtung und von Z den geometrischen Ort kennen, so ist diese Gleichung graphisch leicht zu lösen. In Abb. 4 ist die Lösung für $c = 1$ angegeben. Nach Division durch $(1 + j)$ lautet die obige Gleichung:

$$Z_k (1 - j) - j Z_0 + Z = 0 . \qquad (26)$$

Auf dem Impedanzkreise möge B zu $\sigma = \infty$, A zu $\sigma = 1$, C zu $\sigma = 2$ gehören. OC wird um 90° im Sinne der Voreilung nach OD gedreht und durch D eine um $-45°$ zur Horizontalen geneigte Gerade gezogen, die den Impedanzkreis in R treffen möge, dann ist $DR/\sqrt{2}$ der absolute Wert der Impedanz des Kondensators, und die Lage von R sagt aus, für welchen Schlupf $I_1 = 0$ wird. Für andere Werte von c ist die Lösung ähnlich.

In Abb. 5 sind I_1 und I_2 für das in Abb. 1 dargestellte Diagramm eines Zweiphasenmotors unter Benutzung von 4 verschiedenen Kapazitäten dargestellt worden, u. zw. nur der Schlupfbereich von $\sigma = 0$ bis $\sigma = 1$, für den also nach obigen Erörterungen Kreisbogen entstehen müssen. Es sind dies die Kurven A, B, C, D für I_1 und A', B', C', D' für I_2. Für die Kurven A und A' ist die Kapazität so gewählt worden, daß bei Vollast das invers rotierende Feld verschwindet. Diese Kapazität wurde für die Kurven B und B' um ⅓ vergrößert. Wir sehen, daß B nahezu durch Null hindurchgeht, und erhalten auch aus Gl. (26) für den Durchgang durch Null nahezu den benutzten Wert der Kapazität.

Für die Kurven C und C' ist die Anfangskapazität verdoppelt und für D und D' nahezu verdreifacht worden (genau $^{20}/_{7}$). Die letzteren Kurven zeigen eine neue Eigentümlichkeit des Einphasen-Kondensatormotors. Sowohl für I_1 als auch für I_2 ist der Kreis in eine Gerade übergegangen mit ganz unerwarteter Lage. Innerhalb des ganzen Bereiches von $\sigma = 0$ bis $\sigma = 0{,}12$ ist I_2 nacheilend — trotz der großen Kapazität, die in Serie mit der Hilfsphase geschaltet ist. Die Ströme in der Hilfsphase sind bei $\sigma = 0$ rd. 9mal größer geworden als der Vollaststrom. Freilich ist zu berücksichtigen, daß die benutzten Gleichungen nur gelten, solange keine Sättigungserscheinungen in den Zähnen, den Zahnspitzen und im Rücken des Motors auftreten. Im allgemeinen werden also die Geraden D und D' experimentell nicht nachweisbar

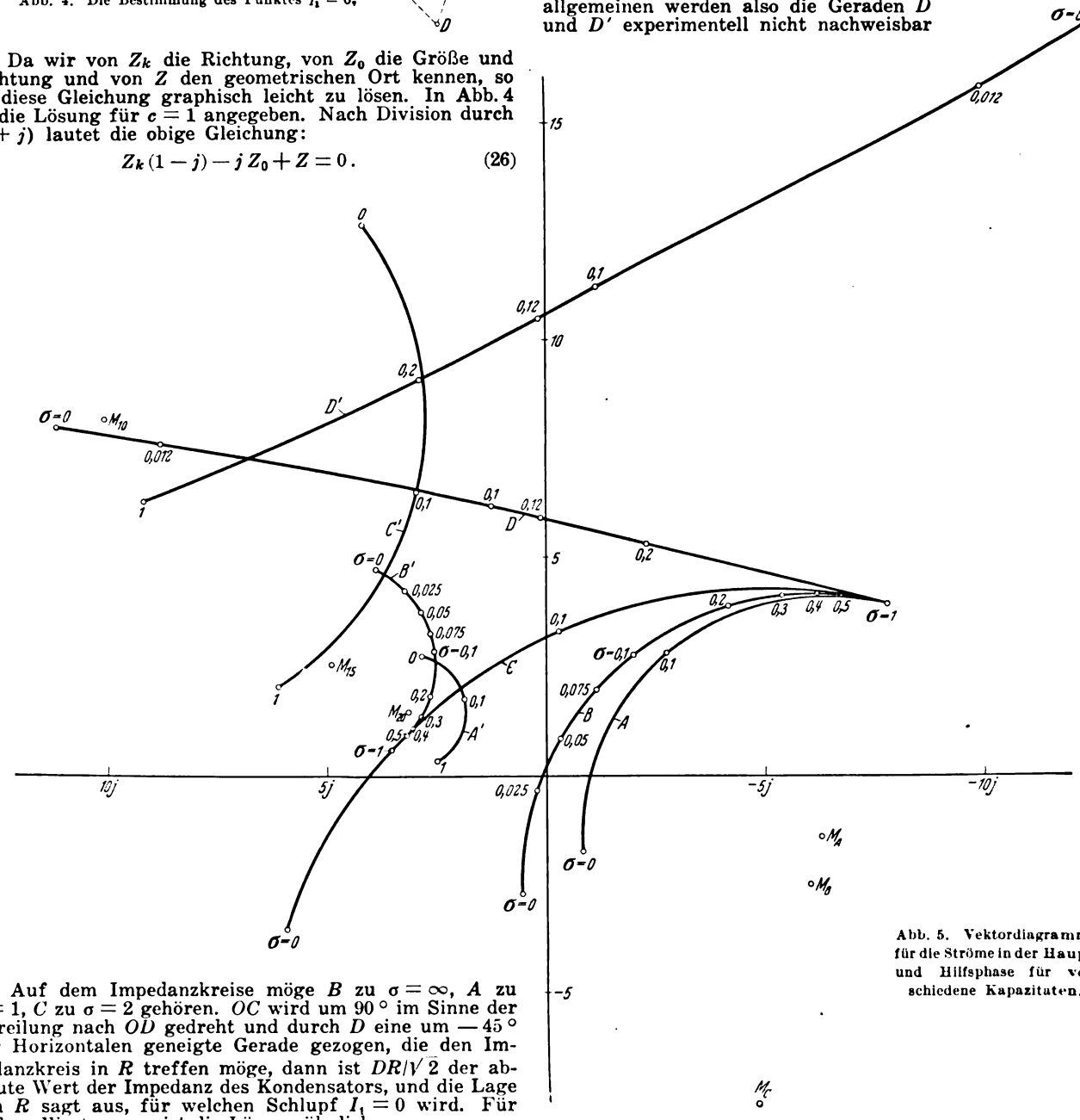


Abb. 5. Vektordiagramme für die Ströme in der Haupt- und Hilfsphase für verschiedene Kapazitäten.

sein, denn die Hilfsphase erhält eine so hohe Spannung, daß die obige Annahme nicht mehr gerechtfertigt ist. So geht ja auch der Kreis des Heyland-Diagrammes unter dem Einfluß der Sättigungen in eine ovale Kurve über, wie die Experimente von Dreyfus[7], Unger und meinem Assistenten Möller zeigen[8].

[7] Dreyfus, Arch. Elektrotechn. Bd. 1, S. 124 (1912).
[8] F. Unger, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 745 (1930). H. Möller, ETZ 1932 S. 861.

Digitized by Google

Daß aber bei $\sigma = 0$ und genügend großer Kapazität sehr große Überlastungen des Motors auftreten, kann aus den experimentell aufgenommenen Kurven von Specht[9] entnommen werden. Aus den Gl. (17) und (18) kann man erkennen, daß das Stromdiagramm für I_1 und I_2 gleichzeitig vom Kreis in eine Gerade übergehen muß, weil beide symbolische Ausdrücke den gleichen Nenner haben[10].

[9] Specht, Quart. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 607 (1929).

[10] Wir können Z in der Form $\frac{m_1 + \sigma m_3}{1 + \sigma m_3}$ darstellen, wo m_1 die Impedanz des Zweiphasenmotors bei $\sigma = 0$ und m_2/m_3 die bei $\sigma = \infty$ ist und die Einzelwerte m_2 und m_3 im übrigen so gewählt sind, daß $m_1 + m_3$ die Impedanz im Stillstand darstellt; dann läßt sich der Nenner der Gl. (17) nach Multiplikation mit $1 + \sigma m_3$ auf die Form $H + \sigma H'$ bringen. Der Übergang vom Kreis zur Geraden geschieht, wenn H/H' skalar wird, aus welcher Bedingung sich Z_k bestimmen läßt.

Auf jeder Kurve sind die Werte für $\sigma = 0$, $\sigma = 0{,}1$ und $\sigma = 1$ besonders markiert, auf den Kurven B und B' außerdem noch eine Reihe anderer Punkte.

Punkte gleichen Schlupfes, aber verschiedener Kapazität liegen ebenfalls auf einem Kreise, wie eine Betrachtung der Gl. (17)···(20) sofort erkennen läßt, denn Z_k ist die einzige Veränderliche und kommt im Zähler und Nenner nur linear vor. *(Schluß folgt.)*

Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten.

Von Dr. W. Gosebruch, Berlin.

Übersicht. In meinem Aufsatze ETZ 1932, S. 1077 und S. 1125 habe ich den wirtschaftlichen Wert elektrischer Großkraftspeicherwerke an einem allgemeinen Fall gezeigt und sie als Notstandsarbeiten empfohlen. Da es im Rahmen des genannten Artikels nicht mehr möglich war, auch den Nachweis des öffentlichen Interesses an diesen Notstandsarbeiten zu erbringen, soll das hier nachgeholt und zugleich eine Anzahl ausbaufähiger Werke in Deutschland angegeben und wirtschaftlich besprochen werden.

Die Behauptungen meines Aufsatzes über den „wirtschaftlichen Wert von elektrischen Speicherwerken“[1] haben inzwischen in der Betriebspraxis eine Bestätigung erfahren, wie sie überzeugender nicht gedacht werden kann. Die größte deutsche Elektrizitätsgesellschaft und sicherlich mit die bestgeleiteten Großdampfwerke der Erde, das RWE, arbeitet in seinen Betrieben seit einiger Zeit mit Speicherbetrieb und Strichfahren. Auf der Generalversammlung Essen am 22. XII. 1932[2] wurde über das laufende Geschäftsjahr folgendes berichtet:

„Nachdem das RWE neben dem Speicherwerk in Herdecke auch das Schluchseewerk in Baden und das Werk in Vorarlberg zur Verfügung habe, sei der durch die Bauten des Vorjahres angestrebte, vom Standpunkt der Elektrowirtschaft ideale Zustand geschaffen, daß man zur Deckung des normalen Bedarfs die auf der Kohle basierenden Werke kontinuierlich 24 h durchlaufen lassen könne, während die drei Wasserkraftwerke die Spitzenleistung abdecken. Auf die Vorteile dieser Verbundwirtschaft sei es größtenteils zurückzuführen, daß das RWE trotz des großen Absatzrückganges wieder eine Dividende verteilen könne ....“

Damit sind alle entgegenstehenden Urteile in der Tagespresse, wie z. B. das in einem größeren Aufsatz „Technik im Jahre 1932[3]“ widerlegt: „Die Pumpspeicherwerke, die wir im letzten Jahre erwähnten, haben sich wirtschaftlich (!) nicht bewährt.“

Als sich dann Widerspruch hiergegen regte, schränkte die DAZ ihre vorigen Behauptungen ein auf den „finanziellen (nicht technischen) Mißerfolg“ des Pumpspeicherwerkes Niederwartha bei Dresden „sowie auf ähnliche Projekte“[4].

Hiermit verhält es sich aber so, daß die spezifischen Baukosten gerade dieses Speicherwerkes unverhältnismäßig hohe sind nämlich rd. $\frac{40\,000\,000\ \text{RM}}{60\,000\ \text{kW}} = 667\ \text{RM/kW}$ bei 60 000 kW vorläufig installierter bzw. 120 000 kW endgültiger Leistung und 2 Mill m³ nutzbarem Beckeninhalt bzw. 560 000 kWh Beckenkapazität. Dagegen betragen die Baukosten der Speicheranlagen an der Bleilochsperre rd. 350 RM/kW[5] bei 40 000 kW und vom Pumpspeicherwerk Herdecke ohne Umspannanlage nur rd. 250 RM/kW bei 145 000 kW und bei 560 000 kWh Beckenkapazität und beim Pumpspeicherwerk Waldeck[6] einschließlich Umspannanlage nur 200 RM/kW bei 130 000 kW installierter Leistung und vorläufig 525 000 kWh Beckenkapazität und, wie im nachstehenden näher ausgeführt, einer Erweiterungsmöglichkeit auf mehr als das Doppelte.

Um eine über das ganze Reichsgebiet verteilte Auswahl an ausbaufähigen Werken zu geben, seien im nachstehenden besprochen (Abb. 1):

I. Für die Stromversorgung im Norden: Pumpspeicherwerke in Mecklenburg:
   a) Malchiner See,
   b) Tollense-See.
II. Im Zentrum: Pumpwerk Havelberg.
III. Im Osten: Pumpspeicherwerk Bobersberg.
IV. In Westdeutschland:
   1. Vergrößerung der Kapazität der Edertalsperre durch Erhöhung der vorhandenen Sperrmauer.
   2. Ausbau eines zweiten Beckens am Pumpspeicherwerk Waldeck (Bringhausen).
   3. Die Anlagen Gänsefürthchen, Obermaubach und verschiedene Projekte des Ruhrverbandes an der Lenne und unteren Ruhr.
V. Im Süden: Ausbau der Mainstufen.

Abb. 1. Verteilung der Baustellen.

Bei allen in der Erläuterung zu Abb. 1 genannten und mehreren anderen Projekten ist natürlich das Haupterfordernis, daß sich das Ganze zu annehmbaren Kosten auch ohne Notstandsaufwendungen erstellen ließe und sich in relativ kurzer Zeit nutzbringend in die deutsche Elektrizitätswirtschaft einfügen würde.

Mit Rücksicht auf die gegenwärtige Bauzeit und die Möglichkeit der Beschäftigung möglichst vieler ungelernter Arbeiter aus dem großen Heer der Arbeitslosen ist es ein besonderes Kriterium eines Bauprojektes, daß eine relativ hohe Zahl von „Tagewerken“ in der Bausumme eingeschlossen ist.

Wenn es schon schwierig ist, die direkten Lohnzahlungen beim Bau eines großen Werkes mit verschiedenen Unternehmern und gelernten und ungelernten Arbeitern aller Arten und Lohnklassen zusammenzustellen, so wird die Sache vollends schwierig durch Feststellung des Lohnanteils in den Frachten, bei den Zulieferanten, bei der Zement-, der Maschinen- und Elektroindustrie.

Dieser langen Untersuchungen können wir uns durch die ausführlichen Arbeiten als überhoben betrachten, die Reg.-Baurat Dr. H. Dreyer, München, unter dem Titel „Der arbeitschaffende Wert des Wasserkraftbaues“ in „Wasserkraft und Wasserwirtschaft“, Berlin, 15. III. 1931, H. 6, Jahrg. 26, veröffentlicht hat. Nach ihm betragen, ausgedrückt in Prozenten der Bausumme, als Mittel der Ergebnisse bei vier ausgeführten Wasserkraftwerken:

[1] ETZ 1932, S. 1077, 1125.
[2] Dt. Allg. Zg. v. 22. XII. 1932.
[3] Dt. Allg. Zg. (Beilage „Kraft u. Stoff“) v. 29. XII. 1932.
[4] „ „ „ „ „ „ „ „ 12. I. 1933.
[5] Vortrag von Oberbaurat Kyser, E.V., Berlin, 28. II. 1933.
[6] ETZ 1933, S. 235.

Digitized by Google

a) Bruttolöhne = 44 %,
b) Arbeitslosenversicherung 3 % — andernfallsige Arbeitslosenunterstützung 18,2 %, d. h. also die Entlastung der Arbeitslosenversicherung um 3 + 18,2 = 21,2 %,
c) Lohnsteuer = 1,6 % — Unternehmersteuer 4,2 %, d. h. also Zuwachs bzw. Entgang von Steuern = 5,8 %,
d) sonstige Sozialversicherungen 5,5 %, d. h. der Zuwachs bzw. Entgang für die öffentliche Hand und ihre Institutionen wird = b) + c) + d) = 21,2 + 5,8 + 5,5 = 32,5 %,
e) Nettolöhne, abzüglich Arbeitslosenunterstützung = 19,4 %, also der Gesamtnutzen der Volkswirtschaft durch den Bau des Werkes = 51,9 %,
f) Frachten = 5,8 %, davon Löhne = 1,9 %.

Bedenkt man, daß die unter d) verzeichneten 32,5 % — in denen 18,2 % an die Arbeitslosen gezahlte Unterstützungen stecken — beim Bau des Werkes zu aktiven Einnahmen der öffentlichen Verwaltung werden, so kann diese Verwaltung also das Werk um 32,5 % billiger bauen als eine privatrechtliche Unternehmung, d. h. zu 67,5 % der Bausumme.

Rechnet man hinzu, daß ja auch die Abschreibungen im wesentlichen Löhne darstellen (Reparaturen der Baumaschinen, Ziegelei usw.), die bei Verwendung neuzeitlicher Baumaschinen allein 7,7 % ausmachen — bei möglichster Beschränkung der Verwendung von Baumaschinen zur Steigerung der Handarbeit wird ein mindestens so hoher Anteil durch Mehrlöhne aufzuwenden sein — und rechnet man f) mit 1,9 % hinzu, so erhöht sich der Gewinn der öffentlichen Hand auf rd. 42 %.

Durch die nach langer Arbeitslosigkeit erhöhten Lohneinkommen der Arbeiter wird der Wirtschaft aber mindestens die Differenz von Nettolöhnen und Arbeitslosenunterstützung (bei Krisenfürsorge noch höher), also ein Mehr gegen die Vorbauperiode zugeführt: für Nahrung, Kleidung, Sparkassen, was sich zu 19,4 % der Bausumme ergibt. Dadurch errechnen sich die Einnahmen der öffentlichen Hand — ohne Berücksichtigung der Unternehmergewinne — zu rd. 50 % —, d. h. der Staat kann zur Hälfte des Kapitaldienstes bauen wie andere. Er braucht nur für die Hälfte der Bausumme eine spätere Rentabilität zu erhoffen, sein Risiko bei den nachfolgenden, das ganze Baukapital rentierenden Anlagen ist also gering, die öffentliche Volkswirtschaft hat also im Gegensatz zu andersartigen unproduktiven Anlagen keinerlei Kapitalverluste zu befürchten. Nur solche Unternehmungen können natürlich zur Krisenbekämpfung in Frage kommen, bei denen keine Verlustbelastung der Wirtschaft eintritt. Da in normalen Fällen der Tiefbauteil zumeist rd. 50 % der Gesamterbauungskosten beträgt (nach den Beispielen Dr. Dreyers z. B. in den nachstehenden Projekten), so deckt der oben errechnete Einnahmezuwachs für den Staat beim Ausbau auch der maschinellen Anlagen usw. diesen ersten Teil der Bauausführung des Werkes.

Die Maschinenausbauten können dann später nach Eintritt des Bedarfes nach und nach ausgeführt werden. Sind die Tiefbauanlagen, die für die Notstandsarbeiten zunächst in Frage kommen, erst durch Notstandsarbeiter erstellt, so wird der Einheitspreis je vollständig installiertes Kilowatt der Maschinenanlagen so niedrig, daß bei dem kommenden Bedarf an Spitzendeckung keine andere Möglichkeit mit dem Ausbau dieser Anlagen in Wettbewerb treten könnte. Ist aber erst das Ganze in rentablem Betrieb, so kann auch der Staat durch allmähliche mäßige Amortisation seine in die Tiefbauarbeiten gesteckten Gelder wiedererhalten und, da bei vollem Ausbau der Anlage der Staat, wie oben nachgewiesen, an und für sich schon Einnahmen in der Höhe von 50 % der Bausumme hatte, so wäre alles, was ihm später an solchen Amortisationen zufließt, reiner Nettogewinn.

Kein anderes Objekt dürfte solche Möglichkeiten bieten und das auf relativ kurze Sicht, denn die Elektrizitätswirtschaft wird die erste sein, die von einem Wiederaufschwung Vorteil hat[7].

Da bei diesen vorerst in Frage kommenden Tiefbauarbeiten und evtl. bei mäßigem Ausbau des maschinellen Teils die weitverzweigtesten Erwerbs- und Industriegruppen in Frage kämen, darunter die von der derzeitigen Wirtschaftskrise am meisten in ihrem Bestand bedrohten, so ist zudem keine öffentliche Aufwendung zur Ankurbelung der Wirtschaft geeigneter und berechtigter als gerade diese.

In dem eingangs mitgeteilten Programm stand an erster Stelle:

I. Pumpspeicherwerke in Mecklenburg.

Das in meinem erwähnten Aufsatz[8] über Speicherwerke angeführte Beispiel eines Speicherwerkes war als allgemeiner Fall behandelt und so gewählt, daß es alle Schwierigkeiten, die bei Anlage einer solchen Anlage zusammentreffen können, wie weit entfernte Lage vom Konsumgebiet, Fernleitungen, Überführungstation, Höchstspannungskabel bis ins Stadtinnere und dort gelegene Transformatorenstation aufwies, um zu zeigen, daß das alles den wirtschaftlichen Wert der Anlage nicht entscheidend beeinflussen könne.

Bei der Ausarbeitung der Projekte lagen noch nicht so eingehende Bearbeitungen vor wie bei der Neuveranschlagung im letzten Jahr. Inzwischen ist auch die Preisstellung eine von Anfang 1929 wesentlich verschiedene geworden. So ergibt sich heute der nachstehende verbilligte Kostenanschlag. Da die Verwendung des Stromes in dem erst gedachten Stadtgebiet vorerst nicht mehr in Frage kommt, vergleichen wir nur den Teil I, der auf ETZ 1932, S. 1126 mit 80 977 000 RM abschließt. Ausrüstung und Leistungsgröße ist bei beiden nachstehenden Speicherwerken dieselbe geblieben. Die Leistung jedes Speicherwerkes beträgt 4 · 82 000 = 328 000 kW.

Die neugeschätzten Kosten betragen:

A. Kosten.

I. Malchiner See. Ausbaugröße 328 000 kW.

1.	Grunderwerb, baul. Teil, Unvorhergesehenes und Bauleitung . .	37 000 000 RM
2.	Maschineller und elektrischer Teil	25 000 000 „
		62 000 000 RM

II. Tollense-See. Ausbaugröße 328 000 kW.

1.	Grunderwerb, baul. Teil, Unvorhergesehenes und Bauleitung . .	35 000 000 RM
2.	Maschineller und elektrischer Teil	26 000 000 „
		61 000 000 RM

B. Lohnanteile.

I. Baulicher Teil. Lohn- und Materialanteil beim baulichen Teil je 50 %, d. h.
beim Werk Malchiner See . . . je 15 000 000 RM
und beim Tollense-See rd. . . . je 13 500 000 „
Der Lohnanteil bei den Baumaterialien kann zu nahezu 100 % angenommen werden.

II. Maschineller Teil.
Der Lohnanteil bei den Maschinen und Apparaten beträgt unter Berücksichtigung des Werdeganges vom Rohstoff zur betriebsbereiten Maschine etwa 90 %.

III. Elektrischer Teil.
Der Lohnanteil beträgt unter dem gleichen Gesichtspunkt nur etwa 85 %, da bei dieser Lieferung zum Teil ausländische Rohstoffe wie Kupfer, Baumwolle und dergl. Verwendung finden, die als Rohstoffe eingeführt werden müssen.

C. Tagewerke.

Beim baulichen Teil werden auf der Baustelle anfallen:
a) beim Werk Malchiner See . . rd. 2 000 000 Tagew.
b) „ „ Tollense-See . . . rd. 1 800 000 „

Darüber hinaus wird sich aber die Belebung der Wirtschaft mittelbar in viel größerem Umfange geltend machen. (Siehe Aufsatz von Dr.-Ing. Dreyer in Wasserkraft und Wasserwirtschaft 1931, H. 6.)

Ein Vergleich mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Seite 1127 läßt sich aber schwer stellen, weil die ganze Kapitalbeschaffungsfrage bei der ersten Bauausführung des baulichen Teiles (30 Mill RM) durch die Staatliche Arbeitslosenfürsorge eine grundlegend andere geworden ist wie bei der ersten Annahme für private Bauausführung. Auf alle Fälle tritt auch hier eine Verbilligung ein und die ganze Rentabilität, die schon bei dem Projekt von 1929 günstig ausfiel, wird heute noch viel besser, so daß ein werktätiges Einfügen dieser ganzen Anlage in die

[7] Annual Survey, New York Eve Post, S. 20, 3. I. 1933. In den V. S. Amerika nahm zwar im „Depressionsjahr" 1932 die Zahl der Elektrizitätszähler in Haushaltungen um 250 000 ab, die verbleibenden aber wiesen einen 12-Monats-Verbrauch von 12 026 Mill kWh, d. h. im Jahresdurchschnitt über 600 kWh auf, womit eine noch nicht erreichte Rekordhöhe für die V. S. Amerika erzielt wurde. 707 000 Farmen (Dez. 1931 = 695 000) sind jetzt elektrisiert. Die Gesamterzeugung an Elektrizität von allen Arten Werken überhaupt betrug 82 674 Mill kWh, was gegenüber 1931 mit 91 729 Mill kWh einen Abfall von nur 9,86 % bedeutet. Das in öffentlichen Elektrizitätswerken investierte Kapital beträgt 13 Mrd $ = rd. 55 Mrd RM mit einem Nettoertragnis von 1838 Mill $ = rd. 7750 Mill RM = 7,1 %. Im Vergleich mit 1931 mit 1976 Mill $ und 1990 Mill $ in 1930 bedeutet dies einen Verlust von nur 7 % bzw. 7 + 1,15 %.

[8] ETZ 1932, S. 1077 u. S. 1125.

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaft bei der ersten Regung eines Wiederaufschwungs erfolgen würde und die staatlichen Gelder, die ja nach dem eingangs Gesagten nur zu 50 % eine wirkliche Kapitalinvestierung für den Staat bedeuten, also hier etwa 16 Mill RM, bald reiche Früchte zeitigen würden.

II. Pumpwerk Havelberg.

Bei Hochwasser der Elbe staut sich das Wasser der Havel und überflutet weite Flächen der Havelniederung (See von 380 km²), wodurch jährlich große Verluste für die Landwirtschaft entstehen. Man hat deshalb vorgesehen, den Haveleinfluß durch einen Kanal 12,5 km weit elbabwärts zu führen, wo das Gefälle der Elbe groß genug ist, um die Hochwasser aufzunehmen. Dieser Vorflutkanal würde insgesamt 41 Mill RM Kosten verursachen. Statt dessen wurde vorgeschlagen, die Havelmündung bei Elbhochwasser abzuschleusen und das Hochwasser durch ein Pumpwerk in die Elbe zu fördern. Dieses Pumpwerk Havelberg würde für 21 Mill RM vollständig zu erstellen sein und trotzdem einschließlich Kosten für den Pumpstrom um eine Million geringere Jahreskosten haben als der Vorflutkanal.

Die Erbauung des Pumpwerks erfordert etwa 1 500 000 Tagewerke, die sich lediglich auf die örtlichen Arbeiten erstrecken und zum großen Teil die Beschäftigung ungelernter Arbeiter ermöglichen. Durch die Mündungsschleuse werden außerdem die vielen Störungen beseitigt, denen die Havelschiffahrt gerade hier im alten Havellauf ausgesetzt war. Das Pumpwerk dient so den vielseitigsten Interessen.

III. Wasserkraftanlagen am Bober.

1. Das Spitzenkraftwerk Deichow bei Bobersberg, das durch Aufstau des Bobers durch ein Wehr und Überleitung durch einen 20 km langen Kanal bis Deichow bei einem für Norddeutschland überraschend hohen Gefälle von 25 ··· 28 m eine Jahresarbeit von 76 Mill kWh leisten kann, ist mit einem Pumpspeicherwerk vorgesehen, das von dem Dampfkraftwerk Finkenheerd bei Frankfurt a. d. O. Pumpstrom erhalten kann und in das Verteilungsystems des Märkischen Elektricitätswerkes selbst bei Niedrigwasser des Bober eine Spitzenleistung von rd. 70 000 kW bereitstellen soll.

2. Das Laufkraftwerk Crossen unterhalb Deichow ist als Ausgleichwerk für Deichow vorgesehen. Bei 4 bis 5 m Gefälle wird es 2500 kW und eine Jahresarbeit von 9,5 Mill kWh leisten. Beide Werke zusammen werden einschließlich der Pumpspeicherung eine Jahresarbeit von 105 Mill kWh für Spitzenstrom ermöglichen.

Voraussichtliche Gesamtkosten beider Werke einschl. Grunderwerb rd. 28 Mill RM.

Tagewerke: etwa 1 700 000 Tagewerke.

Belegschaft: etwa 2000 ··· 3000 Mann auf die Dauer von 3 Jahren. *(Schluß folgt.)*

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Elektrizität in norwegischen Haushaltungen. — Ing. A. Härry gibt nach dem Manuskript von Ing. Halfdan Steen-Hansen, Oslo, eine Übersicht über die Wasserkräfte Norwegens und ihre jetzige Ausnutzung. Es sind im Jahresmittel rd. $9{,}2 \cdot 10^6$ kW vorhanden, von denen etwa $1{,}7 \cdot 10^6$ kW, d. h. etwa 18 % bis jetzt ausgenutzt worden sind. Die jährlich mögliche Energieproduktion entspricht $80 \cdot 10^9$ bzw. etwa $10{,}5 \cdot 10^9$ kWh. Es wurden im Jahre 1930 rd. $9{,}2 \cdot 10^9$ kWh oder etwa 3260 kWh je Einwohner ausgenutzt. Von der installierten Generatorenleistung dienen rd. 782 000 kW oder etwa 46 % der allgemeinen Elektrizitätsversorgung, während der Rest von der elektrochemischen und elektrometallurgischen Großindustrie und von der Holzindustrie in Anspruch genommen wurde.

Der mittlere Belastungsfaktor der allgemeinen Elektrizitätsversorgung beträgt etwa 0,6. Es wurden etwa $3{,}5 \cdot 10^6$ kWh im Jahre 1930 für die allgemeine Elektrizitätsversorgung verwendet, davon etwa $1{,}7 \cdot 10^9$ kWh oder rd. 50 % in den Haushaltungen, was etwa 840 kWh je Einwohner und 3600 kWh je Familie und Jahr entspricht.

Die Energiepreise für Haushaltungszwecke schwanken erheblich. Gewöhnlich verwendet man Pauschaltarife mit Strombegrenzern und Preisen zwischen 112 ... 280 RM[1] pro Kilowatt und Jahr oder durchschnittlich etwa 200 RM. Da man in diesem Falle mit einer hohen jährlichen Benutzungsdauer rechnen kann — beispielsweise 6500 h — kostet für Haushaltungszwecke eine kWh durchschnittlich 3,15 Pf. Der kWh-Preis schwankt mit der Verwendung der Energie und auch mit der Größe und der Zahl der Verbrauchsapparate. Rechnet man z. B. in einer Familie gewöhnlicher Größe 1800 kWh jährlich für Kochzwecke, 5000 kWh für Heißwasserbereitung, 350 kWh für Beleuchtung und 1500 kWh für andere Zwecke oder insgesamt 8650 kWh bei 2000 W verfügbarer Energie, so ergibt sich ein durchschnittlicher kWh-Preis von etwa 4,5 Pf.

Rechnet man mit ungefähr sieben Monaten Heizung, so entfallen auf die Heizung etwa 3000 kWh, die Gebrauchsdauer steigt dadurch bis etwa 66 % und die kWh würde etwa 3,5 Pf kosten.

Infolge der billigen Preise wird die elektrische Küche allgemein geschätzt, es wird auch gelegentlich elektrische Energie für Heizzwecke benutzt. Um diese Entwicklung zu fördern, haben viele Werke in den letzten Jahren neben dem kW-Tarif auch einen kWh-Tarif eingeführt und teilweise auch Doppeltarife und Grundgebührentarife mit kWh-Preisen, die nach Größe des Verbrauches abgestuft sind. (A. Härry, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 123.) *N.-Sch.*

[1] 1 RM = 0,89 norw. Kr.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Methode zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit von Blechen. — Um die Magnetisierbarkeit von Eisen an den gleichen Proben zu bestimmen, die in der Epsteinschen Methode zur Bestimmung der Verlustziffern dienen, muß man die wahre Feldstärke kennen. Diese Feldstärke wird bereits in dem Apparat von Gumlich und Rogowski mittels flacher Spulen von kleinem Querschnitt auf ballistischem Wege gemessen. Der gleiche Gedanke wird von den Verfassern benutzt. Um die Streuung wenigstens auf einem Teil der Probe zu kompensieren, werden Kompensationswicklungen aufgebracht. Zur Kontrolle dienen 20 Windungen in der Mitte der Magnetisierungspule und im Abstand von 15 cm auf beiden Seiten je 10 Windungen mit entgegengesetztem Wicklungsinn in Serie. Haupt- und Kompensationskreis sind getrennt. Für jede Stromstärke in der Magnetisierungswicklung regelt man in den Kompensationswicklungen die Stromstärke so lange, bis bei gleichzeitiger Umschaltung des Stroms in beiden Kreisen ein mit den Kontrollwindungen verbundenes Galvanometer keinen Ausschlag mehr zeigt. Das Wicklungschema zeigt Abb. 1. Die gleichmäßig über die ganze Länge verteilte Wicklung *1* ist für den Anschluß des Voltmeters und der Spannungsspule des Wattmeters bei der Verlustmessung bestimmt. Die Wicklung *2* ist gleichmäßig auf die Länge von 300 mm im mittleren Teil verteilt und dient zur Messung der Induktion bei Gleichstrom. Sie trägt die oben beschriebene Kontrollwicklung *3*. Die Wicklung *4*, über die ganze Spulenlänge verteilt, dient als Magnetisierungswicklung für die Verlustmessungen. Wicklung *4* und *5* hintereinander geschaltet, dienen als Magnetisierungswicklung bei Gleichstrommessungen. An beiden Enden der Spule sind die Kompensationswindungen *6* angebracht. Die dünnen flachen Spulen *7*, deren Wicklung dieselbe Länge wie die Wicklung *2* einnimmt, dienen zur Messung der Feldstärke. E. Schramkow u. B. Janomsky, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 213.) *Br.*

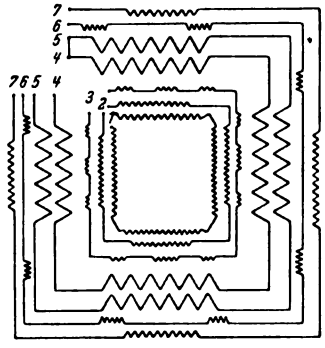


Abb. 1. Das Schema der Wicklungen.

Die Störspannung und ihre Messung. — Die Messung der Störwirkung von Starkstromnetzen, insbesondere von durch Gleichrichter gespeisten Leitungsanlagen elektri-

Digitized by Google

scher Bahnen auf parallellaufende Fernsprechleitungen, ist in dieser Zeitschrift mehrfach behandelt worden[1]. Unter „Störfaktor" g_f versteht man einen Faktor, der die relative Lautstärke der einzelnen Frequenzen für das Ohr angibt; willkürlich wird er für 800 Hz gleich 1 (vgl. Abb. 2, Kurve *1*)[2]. Bei einer aus den verschiedensten Frequenzen zusammengesetzten Wechselstromkurve, die auch eine Gleichstromkomponente haben kann, definiert der Verfasser als Störspannung

$$E_p = \sqrt{\sum (g_f U_f)^2} ,$$

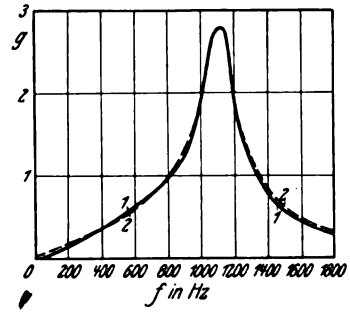
wobei U_f die Komponente der zu untersuchenden Spannung ist, während bisher als Telephone Interference Factor

$$(TIF)_u = Q \sqrt{\sum (g_f U_f)^2}$$

bzw.

$$(TIF)_i = Q \sqrt{\sum (g_f I_f)^2}$$

definiert war. Zu dieser Definition (E_p) gelangt der Verfasser, wenn er nur Selbst- und Gegeninduktion berücksichtigt, aber Ohmschen Widerstand vernachlässigt; er zeigt, daß die frühere Definition sich weniger eignet, da das Ergebnis von den Betriebsbedingungen stark abhängig ist: Bei Fahrdrahtleitungen von Gleichstrombahnen hängt der Betriebstrom vom Ohmschen Widerstand der Strombahn und der Gegen-EMK der Motoren ab, dagegen hängen die Stromstärken der Harmonischen von der Induktivität des Kreises ab. Diese ändert sich mit der Stellung der Lokomotive auf der Strecke. Es können also zu einem bestimmten Betriebsstrom ganz verschiedene Oberwellen-Stromstärken gehören, so daß der Störstromfaktor eines Netzes zahlreiche Werte annehmen kann und graphisch durch eine Kurvenschar mit dem Betriebstrom als Parameter darzustellen wäre. Ein Vergleich der Störstromfaktoren zweier Netze bei gleicher Belastung oder eines Netzes bei verschiedenen Lokomotivstellungen wäre kaum möglich.



1 anzustrebende Charakteristik.
2 erreichte Charakteristik.

Abb. 2. Charakteristik: $g_f = \varphi_0(f)$.

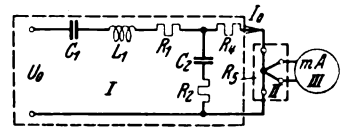


Abb. 3. Schaltung des Störmessers.

Auf Grund seiner Definition hat der Verfasser das „perturbomètre" (deutsch. Störmesser) gebaut (Laboratorium BBC, Baden), das sich besonders zum Messen der Störwirkung elektrischer Bahnen eignet. Abb. 3 zeigt die Schaltung, bestehend aus Sieb *I*, Thermoelement *II* und Präzisions-Milliamperemeter *III*. Der Ausgangstrom ist $I_0 = \varphi_0(f) U_0$; hierbei hat $\varphi_0(f)$ die in Abb. 2 gestrichelt angegebene Charakteristik, stimmt also praktisch mit der geforderten ausgezogenen Kurve überein.

Zum Schluß werden Versuche an der Bahnstrecke Biella—Cossata geschildert, bei denen gleichzeitig Versuche mit einem Oszillographen und mit einem Störmesser der BBC an der von Großgleichrichtern gespeisten Fahrleitung (2600 V) und mit einem Geräuschmesser von S & H auf der benachbarten Fernsprechleitung gemacht wurden. Die Ergebnisse zeigen befriedigende Übereinstimmung. Ferner zeigt sich, daß die Störspannung fast unabhängig von der Größe des Betriebstromes der Bahn ist. Durch Anschluß von Wellenfiltern (Resonanzkreisen mit bzw. 300, 600, 900, 1200 Hz Eigenschwingung) sinkt die Störspannung auf den 20. Teil. (Ch. Degoumois, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 517.) *H. Kd.*

[1] ETZ 1927, S. 366; 1929, S. 424.
[2] Vgl. Osborne, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 38, S. 261 (1919).

Beleuchtung.

50 Jahre elektrische Beleuchtung auf Lloyd-Dampfern. — Am 14. III. 1883 trat das erste mit elektrischer Beleuchtung ausgerüstete Schiff des Norddeutschen Lloyd, der Schnelldampfer „Fulda", seine erste Ausreise nach New York an (Abb. 4). Die Einführung der elektrischen Beleuchtung war für die Schiffahrt noch erheblich bedeutsamer als für das Festland, denn die für Wohnhäuser usw. übliche Gasbeleuchtung war auf Schiffen nicht in Gebrauch, und die Erhöhung der Feuersicherheit durch das elektrische Licht war für das Schiff besonders lebenswichtig. Da man aber auch auf der „Fulda" der neuen Beleuchtung noch nicht allzuviel traute, waren die in den Gesellschaftsräumen damals üblichen „Kaiseröl-Lampen" vorsichtshalber außerdem eingebaut worden; in den Kabinen war bis dahin Kerzenbeleuchtung vorherrschend gewesen. Wider Erwarten erwies sich aber das elektrische Licht schon während der ersten Reise als in jeder Beziehung einwandfrei, so daß in kurzer Zeit alle Schiffe des Norddeutschen Lloyd elektrische Beleuchtung erhielten. Die in den folgenden 50 Jahren erzielten Fortschritte in der Schiffsbeleuchtung werden recht hübsch durch Abb. 5 vor

Abb. 4. Schnelldampfer „Fulda" des Norddeutschen Lloyd, das erste Schiff der Reederei mit elektrischer Lichtanlage (1883).

Abb. 5. Die Leuchtbuchstaben des Schnelldampfers „Europa" des Norddeutschen Lloyd.

Augen geführt; dieses Bild zeigt die aus weißem Glas bestehenden, 2 m hohen Leuchtbuchstaben des Schnelldampfers „Europa", die durch 1200 Glühlampen erhellt werden. An Bord der „Europa" sind etwa 30 000 Glühlampen eingebaut[1]. *nkl*

Bahnen und Fahrzeuge.

Kraftwagenanlasser für Batterie- und Netzanschluß. — Unter dieser Bezeichnung erscheint ein neues Patent (Zusatzpatent zu DRP. 565 855 von Obering. E. Rummel[2] und Dipl.-Ing. P. Chronz). Erfahrungsgemäß erlebt man immer wieder Anlaßschwierigkeiten in der Garage, besonders aber bei größeren Wagen und im Winter. Es liegt daher nahe, den fast immer vorhandenen Netzstrom zur Speisung heranzuziehen. Da Stromart und Spannung nicht einheitlich sind, ist der neue Anlasser nach Art der Universalmotoren mit zwei Wicklungen und zwei Kommu-

[1] Vgl. a. E. Bohn, ETZ 1930, S. 761 u. 800.
[2] Obering. Erich Rummel, Berlin, Sebastianstr. 7.

Digitized by Google

tatoren versehen. Die eine Wicklung ist für 12 V, die andere Ankerwicklung für 110 V Gleich- oder Wechselstrom bemessen. Zur Verminderung der Betriebspannung von z. B. 220 V auf 110 V ist eine umschaltbare Drossel vorgesehen, die in Serienschaltung für Gleichstrom als Widerstand, in Parallelschaltung für Wechselstrom dagegen als reine Drossel wirkt. Soll der Anlasser mit Batteriestrom laufen, so ist der Betriebschalter zu betätigen. Beim Anlassen mit Netzstrom wird der zweite Schalter eingeschaltet. Ist 110 V Gleich- oder Wechselstrom vorhanden, so schaltet das Spannungsrelais direkt auf den Anlasser, führt die Steckdose dagegen 220 V, so wird der Strom durch das Relais auf einen Relaisumschalter geschaltet, der die Aufgabe hat, den Netzstrom selbsttätig bei Gleichstrom in Serie, bei Wechselstrom in Parallelgruppe über die Eisendrossel zu schalten, so daß der Anker auf der Oberspannungs-Kommutatorseite immer mit 110 V läuft. Mithin ist der Gebrauch des Netzanschlußanlassers vollkommen fehlersicher.

Die Anlassereinrichtung ist natürlich da besonders wertvoll, wo Stromanschluß besteht, wie dies meist in Reparaturwerkstätten und Garagen der Fall ist. Gerade bei ersteren ist es zur Beobachtung der Arbeitsweise nötig, den Motor längere Zeit laufen lassen zu müssen, was von Hand meist nicht möglich ist und die Batterie oft nicht gestattet. *Rml.*

Fernmeldetechnik.

Das holländische Fernmeldewesen 1931. — Nach dem Jahresbericht der niederländischen Post- und Telegraphenverwaltung zeigten sich im Jahre 1931 die Folgen der wirtschaftlichen Nöte insbesondere beim Telegraphenverkehr des In- und Auslandes. Das endgültige Nachlassen des europäischen Telegraphenverkehrs begann 1926, das des außereuropäischen Verkehrs erst 1930. Da der überseeische Telegraphenverkehr unter dem Wettbewerb des Fernsprechers weniger zu leiden hatte als der europäische, war der Rückgang bei jenem auch nicht so stark wie bei diesem. 1931 war die Zahl der außereuropäischen Telegramme etwa dreimal so groß wie vor dem Kriege. Beim Durchgangs-Telegraphenverkehr konnte auch im Berichtsjahr wieder ein Ansteigen festgestellt werden. Im Wettbewerb mit den ausländischen Kabelgesellschaften ließ sich die niederländische Telegraphenverwaltung insbesondere die Vervollkommnung der Funkverkehrseinrichtungen angelegen sein. So ersetzte sie die älteren Kurzwellensender der Funkstelle Kootwijk durch solche neuzeitlicher Bauart mit Strahlwerferantennen. Beim Schluß des Berichtsjahres waren alle älteren Sender aus dem Betriebe zurückgezogen. Der Funkverkehr mit Schiffen in See wurde weiter ausgebaut. Die Entwicklung der funktelegraphischen Dienste im Jahre 1931 wird als sehr befriedigend angesehen. Die im Jahre 1930 begonnenen Versuche auf dem Gebiet der Bildtelegraphie führten am 1. VI. 1931 zur Eröffnung des Bildfunkverkehrs zwischen den Niederlanden (Amsterdam) und Niederländisch-Indien (Bandoeng).

Der Fernsprechdienst nahm im Berichtsjahr trotz der wirtschaftlichen Verhältnisse einen bemerkenswerten Aufschwung; immerhin stellte sich der Zugang an Teilnehmersprechstellen um 1226 niedriger als im Jahre zuvor. In den Netzen Leeuwarden, Gouda, Den Helder und Dordrecht wurde der neue Gesprächsgebührentarif eingeführt; seit dem 1. IX. 1931 ist dieser Tarif in allen staatlichen Netzen in Kraft. Die Einnahmen aus dem Ortssprechverkehr übertrafen die des Vorjahrs um rd. 1,4 Mill RM. Die Automatisierung in den ländlichen Bezirken schritt rüstig vorwärts, und am 1. XI. 1931 konnten die ersten selbsttätigen Netzgruppen in Arnheim, Deventer, Haarlem, Hengelo und Leeuwarden dem Betriebe übergeben werden. Auch das holländische Fernkabelnetz wurde im Berichtsjahr bedeutend erweitert. Am 1. X. 1931 wurde der Funksprechverkehr mit dem nördlichen Teil von Sumatra aufgenommen. Die Versuche mit einem praktisch brauchbaren System für einen geheimen Funksprechverkehr verliefen erfolgreich, so daß vom Oktober 1931 an dieses System im Sprechverkehr mit Java ständig verwandt wird.

Die Zahl der Rundfunkhörer stieg im Berichtsjahre von 175 043 auf 237 423. Eine Entscheidung in der Frage der Zulassung privater Sender konnte bisher nicht getroffen werden, ebensowenig kam 1931 eine endgültige Regelung der Sendezeiten für die verschiedenen Rundfunkvereinigungen des Landes zustande.

Am Schluß des Berichtsjahres betrugen die Einnahmen aus dem Telegraphenverkehr 24,2 Mill RM, aus dem Fernsprechverkehr 54,7 Mill RM, die Ausgaben beim Telegraphenwesen 27,7 Mill RM und beim Fernsprechwesen 46,2 Mill RM. (Jahresbericht der niederländ. Post- u. Telegr.-Verwaltung für 1931.) *Gth.*

Fernsprechwesen in Großbritannien 1932. — Die Entwicklung des Fernsprechwesens in Großbritannien im Jahre 1932 wird durch folgende Zahlen gekennzeichnet: Der Zuwachs an Sprechstellen betrug 66 300, so daß sich die Gesamtzahl gegen Ende 1932 auf 2 120 000 belief. Nach Abzug von 27 000 Privat- und Hinzurechnung von 40 000 gemeindlichen Anschlüssen (Hull, Kanal-Inseln usw.) ergibt sich eine Gesamtzahl von 2 133 000 an Vermittlungstellen angeschlossener Sprechstellen am Schluß des Jahres 1932. Die Zahl der Vermittlungstellen erhöhte sich im Laufe des Jahres um 206 auf 5270, die der öffentlichen Sprechstellen um 2200 auf 38 950. Ferner wurden 1932 67 neue Selbstanschlußämter eröffnet, davon 15 in London mit zusammen 31 800 Anschlüssen. Außer diesen wurden im selben Zeitraum 318 Selbstanschlußämter auf dem Lande in Betrieb genommen. Es wurden auf Selbstanschlußbetrieb umgestellt u. a. in Manchester 12, Birmingham 15, Wolverhampton 5, Leeds 3, Edinburgh 3 und Sunderland 3 Vermittlungstellen. Im Inlandfernverkehr ist besonders die Ausdehnung des Schnellverkehrs zu erwähnen. Von London aus ist jetzt Schnellverkehr nach Aberdeen, Birmingham, Liverpool, Manchester und Bristol zulässig. Leeds arbeitet im Schnellverkehr mit London, Birmingham, Hull, Liverpool und Manchester, Bristol mit London und Birmingham, Birmingham außerdem mit Leeds, Liverpool, Manchester und Sheffield und Sheffield mit London und 6 Provinzstädten.

Der Überseeverkehr ist durch Eröffnung der unmittelbaren Sprechverbindungen mit Kanada (früher über New York) sowie mit Ägypten und Südafrika erweitert worden. Ferner wurde der Verkehr auf Belgisch-Kongo (über Brüssel), die Bermuda- und Sandwich-Inseln (über New York) und Venezuela (über Berlin) ausgedehnt. Im Jahre 1933 soll ein unmittelbarer Funksprechdienst nach Indien eröffnet werden. Nachdem 1932 auch der Sprechverkehr mit Bulgarien, Griechenland und Rußland aufgenommen worden ist, fehlt in Europa nur noch der Anschluß an Albanien und die Türkei. Die englischen Teilnehmer können mithin jetzt mit 95 % aller Fernsprechteilnehmer der Welt verkehren. (Telegr. Teleph. J. Bd. 19, S. 74.) *Gth.*

Peiluntersuchungen mit einem Kathodenoszillographen während der Seereise von England nach Australien. — In der Arbeit werden die Aufstellung einer Richtempfangsanlage (Goniometer) in Verbindung mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen auf einem Schiff und die während der Seereise von Port Said bis Brisbane ausgeführten Peiluntersuchungen beschrieben (Zeit: 20. XII. 1929 bis 8. I. 1930). Eine Versuchsreihe erstreckte sich auf die Peilung von Langwellensendern, aus denen mit Hilfe der navigatorischen Bestimmung des Schiffsortes der Einfluß des Schiffskörpers und der Aufbauten auf die Peilergebnisse ermittelt und daraus Fehlerkurven aufgestellt wurden (Funkbeschickung). Wenngleich bei langen Wellen gute Peilergebnisse erzielt worden sind, so hat ein Peilgerät mit Kathodenstrahl-Oszillographen gegenüber einem Rahmengerät wegen seiner Größe, der erforderlichen Spannungen von 300 V und des Röhrenverbrauchs erhebliche Nachteile.

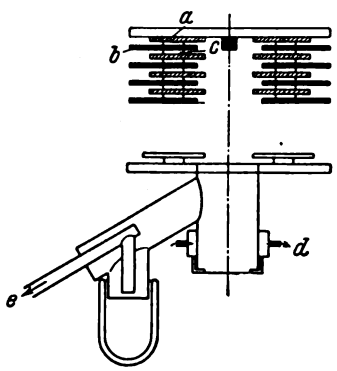
Eine zweite Versuchsreihe umfaßte die Feststellung der Richtung atmosphärischer Störungen bei einer Frequenz von 10 kHz (30 000 m). Für den ersten Reiseabschnitt nördlich des Äquators ist als Hauptstörungsquelle das südliche Zentralafrika ermittelt worden. Für die Strecke Colombo—Australien liegen die Störzentren z. T. in Zentralafrika, auf den malaischen Inseln und in Australien. Längs der Küste von Australien waren die Störungen nachmittags und abends am stärksten. Als Ursprungsort wurde der nördliche Teil von Australien ermittelt.

Einige Forscher nehmen an, daß die Mehrzahl der atmosphärischen Störungen durch Gewitter verursacht werden. Aus einer Gewitterstatistik ist zu entnehmen, daß die ermittelten Störzentren tatsächlich Gegenden stärkster Gewittertätigkeit sind, so daß durch diese Untersuchung die Theorie, nach der die Luftstörungen durch Gewitter hervorgerufen werden, unterstützt wird. (G. H. Munro u. L. G. H. Huxley, J. Instn. electr. Engr. Bd. 71, S. 488.) *Blr.*

Digitized by Google

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Erzeugung sehr durchdringender Röntgen- und Korpuskularstrahlen. — Die Kanalstrahlen, Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen eines Entladungsrohres, das mit einer Spannung von einigen Millionen Volt betrieben wird, sind physikalisch gleichwertig mit den α-Strahlen, β-Strahlen und γ-Strahlen des Radiums. Die Intensität eines Kanalstrahlenbündels von 1 mA entspricht dabei der α-Strahlung von einigen hundert Kilogramm Radium. Die Anwendung so hoher Spannungen zur künstlichen Erzeugung radioaktiver Strahlen ist bisher nicht möglich gewesen, weil in gewöhnlichen Entladungsröhren die Spannung oberhalb von einigen hunderttausend Volt auch bei gutem Vakuum zusammenbricht. Brasch und Lange haben gefunden, daß dieser Spannungszusammenbruch auch dann erfolgt, wenn man mit Spannungstößen von nur $10^{-6} \cdots 10^{-4}$ s Dauer arbeitet. Die Ursache hierfür liegt bei so kurzzeitiger Belastung nicht in der Gasentladung selbst, die erheblich größere Verzögerungszeiten aufweist, sondern in einer Art von Gleitentladung an der isolierenden Innenwand des Entladungsrohrs. Brasch und Lange haben diese Gleitentladung durch eine metallische Unterteilung der Wand beseitigen können und so ein Entladungsrohr geschaffen, welches bei Stoßbetrieb auch den höchsten bisher erreichten Spannungen gewachsen zu sein scheint. Das Rohr (Abb. 6) besteht aus einer großen Anzahl von kondensatorartig aufeinander geschichteten ringförmigen Scheiben, wobei abwechselnd auf jede Metallscheibe eine Scheibe aus Isolierstoff folgt. Zwischen je zwei Scheiben liegt zur Abdichtung des Vakuums ein Gummiring. Um äußere Überschläge auch bei mäßiger Länge des Rohres zu verhindern, ist das Rohr in Öl getaucht. Ein Lenardsches Fenster auf der geerdeten Seite des Rohres läßt je nach der Polung Kathodenstrahlen oder Kanalstrahlen in die Luft austreten.



a Metallscheiben b Hartpapierscheiben c Gummiringe d Wasserkühlung e zur Pumpe

Abb. 6. Entladungsrohr (schematisiert).

Ein solches Entladungsrohr befindet sich in der Transformatorenfabrik der AEG seit längerer Zeit im Betrieb. Als Spannungsquelle dient der dortige Stoßspannungsgenerator für 2,4 Mill V (Marxsche Schaltung), dessen Endkapazität 4000 cm beträgt. Die Reichweite der Elektronen in Aluminium beträgt bei 2,4 Mill V bereits etwa 2 mm. Als Lenard-Fenster für Elektronen läßt sich daher ohne größeren Energieverlust 0,1 mm starkes Aluminiumblech verwenden. In Luft von Atmosphärendruck lassen sich die Kathodenstrahlen noch in Entfernungen von über 8 m vom Lenard-Fenster nachweisen. Kalkspat, der mit einem einzigen Stoß Elektronen bestrahlt worden ist, leuchtet viele Stunden lang so hell nach, daß man bei seinem Licht lesen kann. Die Wärmeabgabe der Elektronen beim Eindringen in Metall und die dadurch bewirkte starke Verdampfung des Metalls ruft Blasen und kraterartige Vertiefungen an der Oberfläche hervor. Isolierstoffe wie Bakelit und Cellon, auch Glas, zeigen nach der Bestrahlung mit Elektronen eine große Zahl fein verästelter Durchschläge (Abb. 7). Diese sind vermutlich so zu erklären, daß die Elektronen am Ende ihrer Reichweite im Material negative Raumladungen bilden, welche sich ihrerseits in Form von Durchschlägen verteilen und ausgleichen. Die Röntgenstrahlen, die beim Auftreffen der Elektronen auf Materie entstehen, haben in Blei eine Halbwertsdicke von 0,8 cm und entsprechen somit einer harten γ-Strahlung.

Von besonderer praktischer Bedeutung dürften Versuche sein, welche gegenwärtig Prof. Halberstaedter und Dr. Beck über die Wirkung der Kathodenstrahlen auf Organismen ausführen. Entwickelte Kulturen von Prodigiosus-Bazillen konnten mit drei bis fünf Stößen abgetötet werden. Mäuse, die in 100 cm Abstand von der Strahlenquelle mit einem einzigen Stoß bestrahlt worden waren, gingen nach wenigen Tagen zugrunde. Erst nachdem die Strahlungsintensität durch Ausblenden auf etwa den tausendsten Teil geschwächt worden war, konnte therapeutisch gearbeitet werden. Krebsgeschwülste an Mäusen konnten, soweit sie innerhalb der Reichweite der Strahlen gelegen waren, in ihrem Wachstum stark gehemmt oder auch völlig geheilt werden. Es ist bei der therapeutischen Wirkung der Elektronen wesentlich, daß diese die größte Energieabgabe je Zentimeter erst am Ende ihrer Bahn erfahren, so daß es möglich erscheint, eine starke Wirkung in einer bestimmten Tiefe zu erzielen, ohne das darüber befindliche gesunde Gewebe zu schädigen. Um auch tief gelegene Körperteile zu erreichen, sind Spannungen von 6 ··· 7 Mill V erforderlich. Eine Stoßanlage für 7 ··· 10 Mill V befindet sich im Bau. Eine Methode, um auch mit Elektronen der bisher erreichten Geschwindigkeit in tiefer gelegene Körperteile vorzudringen, besteht darin, eine enge Kanüle, die mit dem Entladungsrohr in Verbindung steht und an deren Spitze sich ein kleines Lenard-Fenster befindet, an die erkrankte Stelle heranzuführen.

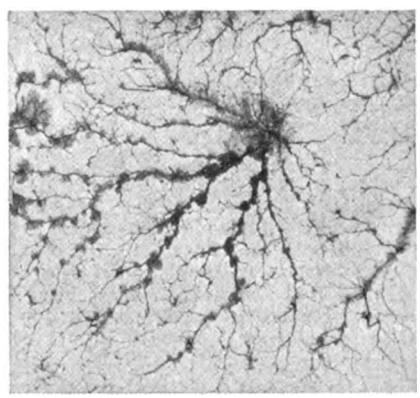


Abb. 7. Durchschläge schneller Elektronen in Cellon.

Die Reichweite der Kanalstrahlen (Protonen) von 2,4 Mill V beträgt in Luft etwa 8 cm; ihre Intensität ist bedeutend geringer als die der Kathodenstrahlen. Brasch und Lange konnten mit diesen schnellen Protonen erfolgreiche Atomzertrümmerungsversuche an einer Anzahl von chemischen Elementen ausführen, nachdem kurz vorher die erste Atomzertrümmerung mit künstlich erzeugten Strahlen den Engländern Cocroft und Walton[1] gelungen war, die Spannungen bis zu 600 kV benutzten. Die Atomzertrümmerung erfolgte mit der größten Ausbeute am Lithium; von diesem Element wurden bei jedem Stoß etwa 10^7 Atomkerne zertrümmert. (A. Brasch u. F. Lange, Z. Physik Bd. 70, S. 10; A. Brasch, Strahlentheraphie Bd. 44, S. 505.) *Gdm.*

Verschiedenes.

50 Jahre Elektrotechnischer Verein in Wien. — Vor 50 Jahren, am 5. III. 1883, hat in Wien die Gründungsversammlung des Elektrotechnischen Vereins stattgefunden. Der erste Präsident war Prof. Stefan, ihm standen u. a. Mach, Pfaundler, v. Waltenhofen und J. Popper zur Seite. Diese 50 Jahre haben den Verein in steter Entwicklung vorwärts geführt und für die Elektrotechnik und das Land Österreich Segen bedeutet. Über die Entwicklung bis zum Jahre 1913 berichtete die ETZ[2] anläßlich der damals begangenen 30-Jahr-Feier. Die seither verflossenen 20 Jahre brachten die schwere Belastungsprobe durch den Krieg und seinen unglücklichen Ausgang, der Österreich auf einen kleinen Bruchteil seiner früheren Ausdehnung einengte. Trotzdem hat sich der Elektrotechnische Verein in seinem Bestande erhalten und seine fachlichen Arbeiten uneingeschränkt weiterführen können, die in den letzten Jahren außer der Herausgabe der Vorschriften, der Statistik der Elektrizitätswerke u. a. auch elektrizitätsrechtliche und -wirtschaftliche Fragen umfaßten. Die Vereinszeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau" konnte ihren Rang als eines der angesehensten Fachorgane wahren, und neben ihrer Herausgabe wurde durch ein ausgedehntes Vortragswesen und den Ausbau einer Fachbücherei für die Weiterbildung der Mitglieder gesorgt.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 563.
[2] ETZ 1913, S. 471

Digitized by Google

Nach allem darf der Elektrotechnische Verein in Wien mit Befriedigung auf die verflossenen 50 Jahre zurückblicken, in denen er sich als ein stets lebendiger, arbeitsfähiger und die technische Entwicklung vorantreibender Organismus erwiesen hat.

Kurse in Metallfärbung und Elektroplattierung in Schwäb.-Gmünd. — Im Mai veranstaltet das Forschungsinstitut und Probieramt für Edelmetalle an der Staatlichen höheren Fachschule in Schwäbisch-Gmünd folgende Meister- und Fortbildungskurse für Galvaniseure:

1. bis 6. V. Metallfärben.
8. bis 13. V. Baduntersuchung für Fortgeschrittene.
14. bis 20. V. Vernicklung und Untersuchung der Bäder.
22. bis 27. V. Verchromung, Untersuchung und Richtigstellung der Bäder.

Die Kurse bestehen aus Vorträgen und praktischen Übungen. Für Juli und September sind weitere Kurse über die Herstellung von Edelmetallniederschlägen und über das Beizen, Färben und Elektroplattieren von Aluminium und Leichtmetall-Legierungen vorgesehen. Nähere Auskunft erteilt das Sekretariat des Forschungsinstituts.

Der Fachnormenausschuß für Bergbau (Faberg) beim Verein für die bergbaulichen Interessen gibt in zwangloser Folge die „Faberg-Mitteilungen" heraus, welche einzeln oder im Abonnement zum Preise von 50 Pf durch die Geschäftstelle des „Faberg" in Essen, Friedrichstraße 2, bezogen werden können.

Im Heft 1 vom 11. März 1933 wird berichtet über neue Normblätter, soweit sie für den Bergbau in Frage kommen. Ferner enthält dieses Heft einen Normblattenwurf Berg 1722 über Wasserhaltungspumpen von 6 ··· 15 m³/min Fördermenge mit den zugehörigen Lieferbedingungen, einen Änderungsvorschlag zu Berg 34, Schlauchtüllen, so wie den Entwurf Berg 1000, Liefer- und Abnahmebedingungen für elektrische Förderhaspel. *of*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Elektrowärme-Ausstellung Essen 1933. — Um über den gegenwärtigen Stand der Einführung der Elektrowärme in Industrie, Gewerbe und Haushalt weiteste Kreise eingehend zu unterrichten, findet vom 1. VII. bis 13. VIII. in Essen eine große Elektrowärme-Ausstellung statt. Träger der Ausstellung sind führende Verbände der Wirtschaft und Industrie, die sich zu dem „Verein Elektrowärme-Ausstellung E. V." zusammengeschlossen haben. Die erkennbaren Zeichen einer allgemeinen Wirtschaftsbelebung rechtfertigen die Durchführung dieses Gedankens. Es werden auf der Ausstellung in Essen sämtliche Maschinen, Apparate und Geräte gezeigt, bei denen die Elektrowärme Verwertung findet. In besonderen Gruppen wird die Anwendung der Elektrowärme im Haushalt für Kochen, Heizen und Waschen sowie im Gastwirts- und Nahrungsmittelgewerbe an Hand von praktischen Vorführungen erläutert. Eine besondere Abteilung zeigt, wie durch Verwendung von Elektrowärme die industrielle Erzeugung und Veredlung von Eisen und Metallen technisch und wirtschaftlich günstig beeinflußt wird. Auch die Elektroschweißung in ihren verschiedenen Arten findet Beachtung; zeigt sie doch völlig neue Wege im Maschinenbau, Hoch- und Tiefbau. Auch auf die wirtschaftlichen und technischen Auswirkungen der Elektroschweißung auf den Schiffbau und ihre Verwendung in der Zukunft wird der Beschauer aufmerksam gemacht. Verbunden ist mit der Ausstellung eine umfassende Lehrschau, die das Verständnis der Besucher für die Bedeutung der Elektrowärme in Haushalt, Industrie und Gewerbe anregen soll. Drei große Hallen mit umfangreichen Freiflächen auf dem Gelände des Gruga-Parks in Essen sind zur Verfügung gestellt.

—

Energiewirtschaft.

Sinkender Kohlenbedarf der Kraftwerke in V. S. Amerika. — Öl und Gas finden immer mehr Verwendung bei der Elektrizitätserzeugung in Amerika, entsprechend einem neuen Bericht der National-Electric Light Association. Während 1931 auf Öl und Gas etwa 12 % der Gesamtstromerzeugung, auf Kohle etwa 55 % und auf Wasser etwa 33 % entfielen, ist es wahrscheinlich, daß 1932 diese Angaben für die Verwendung von Kohle zugunsten der Wasserkraftanlagen infolge großer Wasserzuflüsse in einigen Bezirken und der äußerst wirtschaftlichen Zusammenarbeit mit Speicherwerken weiter absinken. (Electr. Wld. N. Y. Bd. 99, S. 1043.) *Fgp.*

Zur Statistik der Überland-Kraftwerke in der UdSSR. im Jahre 1931. — Aus der Zeitschrift „Elektritschestkije Stanzii" Nr. 5 und 11, 1932, entnehmen wir folgende statistische Angaben:

Die Gesamtleistung von 17 Überland-Kraftwerken betrug am 1. I. 1931: 1418,6 MW und am 1. I. 1932: 2393,7 MW.

Von diesen Kraftwerken wurde im Jahre 1932 erzeugt und nach dem Verwendungszweck wie folgt verteilt (in 1000 kW):

Erzeugte Energie	6 462 959
Von den Sammelschienen abgegebene Energie	6 015 543
Verluste	567 346
Verluste in %	9,4
Nutzbar abgegebene Energie	5 448 814
Beleuchtung	432 501
Industrie	4 105 114
Straßenbahn	286 353
Wasserversorgung	108 915
Diverse technische Zwecke	144 547
Hausbedarf	2 310
Eisenbahnen	23 445
Wiederverkäufer	248 133
Netze lokaler Zentralen	97 496

Der Energieverbrauch in der Industrie beträgt somit rd. 75,3 %. (Elektritscheskije Stanzii 1932, S. 306 und S. 520.) *T. S.*

AUS LETZTER ZEIT.

Universität und Technische Hochschule in Breslau[1]. — Wie der Amtliche Preußische Pressedienst mitteilt, hat die kommissarische preußische Staatsregierung beschlossen, von einer vollständigen Verschmelzung der Universität und der T. H. Breslau zum 1. IV. 1933 noch abzusehen und die engere Verbindung der beiden Anstalten schrittweise durchzuführen. Um die Einrichtungen beider Hochschulen besser ausnutzen und weiter ausbauen zu können, sollen zunächst die Etats der beiden Anstalten und die Verwaltung vereinigt und einzelne Institute zusammengelegt werden. Dagegen behalten die Anstalten vorläufig ihren bisherigen Namen und ihre korporative Selbständigkeit bei.

Stettiner Electricitäts-Werke, Stettin. — Der Aufsichtsrat beschloß, der auf den 10. IV. 1933 einzuberufenden Generalversammlung die Verteilung einer Dividende von 10 % für das Geschäftsjahr 1933 vorzuschlagen (8 % i. V.).

Verkehrsabnahme in den V. S. Amerika. — Wie „Transit Journal News" berichten, war die Zahl der Reisenden auf den gesamten elektrischen Straßenbahnen der V. S. Amerika im Jahre 1932 einschl. der durch Kraftomnibusse beförderten nach amtlichen Zählungen um 12,35 % geringer als 1931. Auf den Stadtschnellbahnlinien betrug der Rückgang 8,37 %, auf den gewöhnlichen Straßenbahnen 13,62 % einschließlich der Kraftomnibusse. Auf den reinen städtischen Bahnen betrug der Rückgang einschl. Stadtschnellbahnen 11,84 %, auf den Städtebahnen (interurban) 15,44 %. Setzt man die Zahl der insgesamt beförderten Reisenden im Jahre 1924 zu 100 an, so war die Zahl 1932 74,62; mit andern Worten, der Verlust in diesem Zeitraum 25,38 %.

Erfindungschutz auf der Elektrowärme-Ausstellung Essen. — Das Justizministerium hat der im Sommer dieses Jahres in Essen stattfindenden großen Fachschau „Elektrowärme" den Erfindungschutz laut Bekanntmachung im Reichsgesetzblatt vom 23. II. 1933 gewährt. Diese Tatsache wird manchen Erfinder auf dem jetzt so aktuell und bedeutsam gewordenen Gebiet der Elektrowärme anregen, seine Erfindung auf der Ausstellung zu zeigen, um zu sehen, welche Aufnahme sie findet und ob es sich lohnt, weitere Ansprüche für Patent oder Gebrauchsmuster zu stellen.

Nach dem deutschen Gesetz kann ein Patent oder Gebrauchsmuster nur dann erteilt werden, wenn die Idee oder das Gerät usw. vor der Anmeldung nirgends — auch vom Erfinder nicht — beschrieben, veröffentlicht, gezeigt, ausgestellt oder benutzt war. Der für die Ausstellung ge-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 65 u. 113.

Digitized by Google

währte Erfindungsschutz hat die Bedeutung, daß eine Erfindung auf der Elektrowärme-Ausstellung Essen wohl gezeigt und dann doch noch innerhalb einer gewissen Frist zum Patent oder Gebrauchsmuster angemeldet werden kann. Es gilt dann als Anmeldetermin der Eröffnungstag der Ausstellung.

Stockholm—Malmö. — Wie verlautet, werden die Arbeiten der Elektrisierung auf der Strecke Stockholm—Malmö noch in diesem Jahre beendet werden. Unter Zugrundelegung einer Leistung von 8,7 Mill Zugkilometern im Jahre 1934 ist der finanzielle Gewinn auf 1,14 Mill RM[1] im Jahr berechnet worden, der durch die Elektrisierung der Linie erzielt werden wird. Dieser wirtschaftliche Vorteil würde sich erst ermäßigen, wenn sich der Preis von Kohle auf 9,12 RM/t verringern würde. Außer den wirtschaftlichen Vorteilen durch die Elektrisierung tritt sodann noch eine Verkürzung der Reisezeit auf der Linie Stockholm—Malmö um gut 2 h ein.

Errichtung chinesischer Sende- und Empfangstationen. — Das chinesische Verkehrsministerium hat der radiotelegraphischen Gesellschaft Marconi, London, den Auftrag zur Errichtung zweier Sende- und Empfangstationen erteilt zwecks radiotelegraphischer und radiotelephonischer Verbindung von China mit Großbritannien und den V. S. Amerika. Außerdem ist die China Electric Co. mit der Ausführung von vier radiotelephonischen Sende- und Empfangstationen in Schanghai und drei anderen wichtigen chinesischen Städten beauftragt worden. In Schanghai soll endlich eine internationale radiotelephonische Station gebaut werden, die China mit Europa und Amerika zu verbinden hat.

[1] 1 RM = 1,3 kr.

Auslandaufträge für die AEG. — Die AEG konnte in letzter Zeit wieder mehrere bedeutende Auslandaufträge hereinnehmen, u. a. für Südamerika eine große Lieferung auf Starkstromkabel, Transformatoren, Hochspannungsmaterial und Zähler, für Belgien-Luxemburg auf Gleichrichter. Für Holland liefert die Gesellschaft einen Turbokompressor von maximal 72 500 m³/h Leistung. Aus Rußland hat die AEG einen sehr bedeutenden Auftrag auf elektrische Ausrüstungen eines großen Walzwerkes erhalten.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 4. April 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr. Schult über: „Betrachtungen über den Kraftwerksbau".

Inhaltsangabe:

I. Querschnitt durch den Kraftwerksbau der letzten Jahre. Der Einfluß der einzelnen Betriebsgrößen, wie Druck, Temperatur, Vorwärmung usw. auf die Wärmewirtschaft. Beurteilung weiterer Möglichkeiten.

II. Grundsätzliche Lösungen in der Anordnung. Gestaltung einzelner Anlageteile. Beachtenswerte neuere Ausführungen.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. Januar 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden. Ohne Karten kein Zutritt.

Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.
Der Vorsitzende:
Dr. Rehmer.

Besichtigung.

Am Donnerstag, dem 6. April 1933, 1.30 Uhr nachm., **pünktlich**, findet eine
Besichtigung des Ausbesserungswerks Schöneweide der Deutschen Reichsbahn in Berlin-Niederschöneweide, Adlergestell 143,
statt.

Treffpunkt: Verwaltungsgebäude des Ausbesserungswerks.

Verkehrsverbindungen: Sämtliche Züge Spandau—Grünau. Aussteigen am Betriebsbahnhof Berlin-Schöneweide. Da auf diesem Bahnhof keine Fahrkarten ausgegeben werden, empfiehlt es sich, die Rückfahrkarten bei der Hinfahrt zu lösen.

Die Zahl der Besucher ist auf 50 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Ganz pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Schlußentwurf.

VDE 0860/1933.

Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V. R. G.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3. Starkstromnetze.
§ 4. Rundfunkgeräte.
§ 5. Anschluß an Starkstromnetze.
§ 6. Nachgeschaltete Geräte.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 7. Netzspannung führende Teile.
§ 8. Berührungsschutz.
§ 9. Aufschriften.
§ 10. Netzanschluß.
§ 11. Netzanschlußgeräte.
§ 12. Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker.
§ 13. Verbindungsgeräte.
§ 14. Batterien.
§ 15. Anschluß- und Verbindungsleitungen.
§ 16. Anschluß von Kopfhörern.

B. Prüfung.

§ 17. Modell- und Stückprüfung.

Digitized by Google

Bekanntmachungen.

Kommission für Drähte und Kabel.

Zu dem in der ETZ 1932, Seite 708, veröffentlichten Antrag auf Ergänzung von § 4 in
VDE 0255/1928
„Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V. S. K."
sind keine Einsprüche eingegangen. Die Ergänzung wird daher dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß mit folgendem Wortlaut vorgelegt:

„Die durchschnittliche Dicke des Bleimantels muß den in den Tafeln 1, 3 und 5 vorgeschriebenen Werten entsprechen. Die geringste Dicke darf aber an keiner Stelle den vorgeschriebenen Wert um mehr als 10 % unterschreiten."

Für die Erläuterung zur Ausführung der Messungen der Dicke des Bleimantels hat die Kommission für Drähte und Kabel nachstehenden Wortlaut festgelegt:

„Die Dicke des Bleimantels soll mittels einer Mikrometerschraube an Bleistreifen ermittelt werden, die zu diesem Zweck rechtwinklig zur Längsachse des Kabels diesem entnommen werden und eine Länge von 5 cm haben. An einer solchen Probe sind fünf Messungen, möglichst gleichmäßig über den Umfang verteilt, vorzunehmen. Der Mittelwert der fünf Messungen an einer Probe darf den vorgeschriebenen Wert nicht unterschreiten, während der kleinste bei den Messungen gefundene Wert um nicht mehr als 10 % von dem vorgeschriebenen Wert abweichen darf."

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat in ETZ 1932, Heft 38, S. 924 u. ff. einen Entwurf 1 für eine Neufassung zu
VDE 0860
„Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V. R. G."
veröffentlicht.

Die gegen diese Veröffentlichung eingegangenen Einwände sind in der Unterkommission „Innenanlagen" in ordnungsgemäßer Weise behandelt worden. Das Ergebnis dieser Beratungen ist in dem nachstehend wiedergegebenen Schlußentwurf niedergelegt worden.

Dieser Schlußentwurf soll dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden.

Gleichzeitig wird beantragt werden, folgende Arbeiten mit dem 1. Januar 1934 außer Kraft zu setzen:

a) Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (-netzen) in Verbindung stehen. V. R. G. (vom 1. Juli 1929),
b) Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang (mit Ausschluß solcher Geräte, die in leitender Verbindung mit einem Starkstromnetz benutzt werden) (vom 1. September 1924).

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

1. Modellprüfung.
§ 18. Erwärmungsprüfung.
§ 19. Isolationsprüfung.
2. Stückprüfung.
§ 20.

I. Gültigkeit.

§ 1.
Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

Dieser Termin gilt grundsätzlich für die Herstellung. Vor dem 1. Januar 1934 fertiggestellte Erzeugnisse bleiben zulässig, wenn sie den bis dahin gültigen Konstruktions- und Prüfvorschriften genügen und nicht gegen die jeweils geltenden Errichtungsvorschriften verstoßen.

[1] Angenommen durch den bevollmächtigten Ausschuß 1933.

§ 2.
Geltungsbereich.

a) Unter diese Vorschriften fallen alle unter II. aufgeführten Rundfunkgeräte, die zum Anschluß an Starkstromnetze bestimmt sind.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.
Starkstromnetze.

a) Als Betriebsspanungen gelten Spannungen im Sinne von § 2 a) der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1."[2]. Jedoch kommen für den Anschluß nur Netzleiter in Betracht, die gegeneinander und gegen Erde keine höhere Spannung als 250 V betriebsmäßig führen.

§ 4.
Rundfunkgeräte.

a) Als Rundfunkgeräte im Sinne dieser Vorschriften gelten alle Geräte für Rundfunk, insbesondere Empfänger, Verstärker, Netzanschluß-, Verbindungs- und Schallgeräte.

b) Als Rundfunkgeräte gelten auch Batterien und Batterie-Ladeeinrichtungen zur Speisung von Rundfunk-Empfangsgeräten, wenn nicht mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie gleichzeitig mit dem Starkstromnetz und mit dem sonstigen Rundfunkgerät, auch nur einpolig, verbunden sind[3].

c) Netzanschlußgeräte sind solche, die zur Entnahme von Betriebsstrom für Rundfunkgeräte aus Starkstromnetzen dienen.

d) Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker sind solche, die ihren Betriebsstrom ganz oder teilweise aus Starkstromnetzen entnehmen.

e) Verbindungsgeräte sind solche, die die Verwendung von Starkstromnetzen als Antenne oder Erde ermöglichen.

f) Schallgeräte sind: Lautsprecher, Kopfhörer, Tonabnehmer und andere Geräte, die elektrische Schwingungen in mechanische umformen oder umgekehrt.

§ 5.
Anschluß an Starkstromnetze.

a) Als Anschluß an Starkstromnetze gilt jede, auch nur einpolige, leitende Verbindung mit oder ohne Stromentnahme. Eine Erdung von Geräten gilt nicht als Verbindung, selbst wenn ein Leiter des Netzes geerdet ist.

§ 6.
Nachgeschaltete Geräte.

a) Nachgeschaltete Geräte sind solche, die ohne eigenen Netzanschluß an andere diesen Vorschriften unterliegende Geräte angeschlossen sind, soweit nicht in den folgenden Bestimmungen anderes festgelegt ist.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 7.
Netzspannung führende Teile.

a) Die mit dem Netz leitend verbundenen Teile unterliegen den für Starkstromgeräte geltenden Bestimmungen. Besonders wird hingewiesen auf:

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1."[2],
„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."[4],
„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L."[5],
„Leitsätze für 2-polige Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt (Dosensteckvorrichtungen 250 V 10 A) für Erdung, Nullung oder Schutzschaltung"[6],
„Vorschriften für 2-polige Gerätesteckdosen 10 A 250 V mit Schutzkontakt"[7],
„Vorschriften für Geräteschalter"[8].

b) In die Geräte eingebaute Schmelzsicherungen müssen einen geschlossenen Schmelzeinsatz im Sinne der K.P.I.[4] haben.

[2] s. VDE 0100.
[3] Für Batterie-Ladeeinrichtungen sind besondere Bestimmungen in Vorbereitung.
[4] s. VDE 0610.
[5] s. VDE 0250.
[6] s. VDE 0622.
[7] s. VDE 0626.
[8] s. VDE 0630.

Digitized by Google

c) Bei Geräten, die auf mehrere Spannungen umschaltbar sind, dürfen die Umschaltungen, sofern sie von außen bedienbar sind, nicht durch einen Handgriff, sondern nur mit Hilfe von Werkzeugen ausführbar sein.

§ 8.

Berührungsschutz.

a) Die Geräte müssen so eingerichtet sein, daß Metallteile, die nicht vom Netz abgetrennt sind, gegen auch nur zufällige Berührung bei An- und Abschaltung während des Betriebes und der Ruhe mit Sicherheit geschützt sind.

Die Abtrennung vom Netz kann z. B. erfolgen durch Transformatoren mit getrennten Wicklungen oder Kondensatoren. Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm, Vakuumstrecken sowie regelbare Kondensatoren und mit Wechselspannungen unter 100 000 Hz beanspruchte Kondensatoren, die einen größeren Strom als 1 mA durchlassen, gelten nicht als Abtrennung.

b) Die Metallteile der Röhren und ihrer Fassungen müssen gegen Berührung gesichert sein und zwar sowohl während des Betriebs- und Ruhezustandes als auch beim Einstecken und Entfernen, wenn sie mit Spannung führenden Teilen in Verbindung stehen.

c) Andere Metallteile — auch aus dem Gehäuse hervorragende Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen usw. — dürfen der Berührung nur dann zugänglich sein, wenn mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie betriebsmäßig eine höhere Spannung als 42 V gegeneinander oder gegen Erde führen.

d) Die Anschlüsse für Antenne, Erde und Rahmen sowie für nachgeschaltete Geräte gelten als der Berührung zugängliche Metallteile, selbst wenn sie durch Isolation abgedeckt sind. Sie müssen also vom Netz und von anderen, der Berührung zugänglichen Metallteilen, die ihnen gegenüber eine Spannung von mehr als 42 V führen, abgetrennt sein, z. B. durch Transformatoren mit getrennten Wicklungen oder Kondensatoren.

e) An den Anschlußstellen für nachgeschaltete Geräte dürfen höhere Gleichspannungen als 350 V nicht auftreten. Gegebenenfalls müssen die Anschlußstellen für das nachgeschaltete Gerät durch einen Ausgangstransformator mit getrennten Wicklungen oder durch Kondensatoren abgetrennt sein.

§ 9.

Aufschriften.

a) Folgende Angaben müssen dauerhaft und gut leserlich am Hauptteil des Gerätes angebracht sein:

1. Stromart und Spannung (nur bei Geräten, die unmittelbar an das Netz angeschlossen werden),
2. Ursprungszeichen,
3. „Vor Nässe zu schützen“,
4. Netzanschluß des Empfangsgerätes und der Felderregung bei dynamischen Lautsprechern,
5. Im Falle von § 12 b): „Nur für . . . . . nach VDE-Bestimmungen“.

b) Bei Geräten, die auf mehrere Netzspannungen umschaltbar sind, muß die jeweils eingestellte Netzspannung am Hauptteil des Gerätes erkennbar sein.

§ 10.

Netzanschluß.

a) Die Anschlußstellen für das Netz sind von anderen Anschlußstellen mindestens 20 mm entfernt anzuordnen.

§ 11.

Netzanschlußgeräte.

a) Bei Gleichstrom-Netzanschlußgeräten dürfen zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und für nachgeschaltete Geräte andererseits, mit Rücksicht auf die Gefahren infolge der Ungewißheit über die Polarität des geerdeten Netzleiters, keine leitenden Verbindungen bestehen.

b) Bei Wechselstrom-Netzanschlußgeräten müssen die Anschlüsse für das Netz von denen für nachgeschaltete Geräte durch einen Transformator, eine Thermobatterie, einen Umformer oder dgl. abgetrennt sein.

§ 12.

Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker.

a) Bei Netzanschluß-Empfängern und -Verstärkern muß entweder der Netzanschlußteil im Gehäuse der Empfänger oder Verstärker untergebracht sein, oder es sind zwei getrennte Gehäuse zu verwenden, von denen das eine den Empfänger- oder Verstärkerteil und das andere den Netzanschlußteil enthält. Diese beiden Gehäuse müssen mit je einer Fläche aneinander stoßen und durch Verschrauben oder dgl. fest miteinander verbunden sein; die elektrischen Verbindungen zwischen beiden Gehäusen müssen an diesen Flächen angeordnet und durch den Zusammenbau verdeckt sein.

b) Wenn zwischen den Anschlüssen für nachgeschaltete Geräte eine höhere Spannung als 42 V auftreten kann, so ist an diesen Anschlüssen die Aufschrift: „Nur für . . . . . nach VDE-Bestimmungen“ anzubringen [an Stelle der . . . . . ist die Bezeichnung des anzuschließenden Gerätes (z. B. Lautsprecher) einzusetzen]. Das Gleiche gilt, wenn die Spannung niedriger als 42 V ist, aber die Anschlüsse noch mit dem Netz in galvanischer Verbindung stehen.

c) Die Buchsen für den Anschluß nachgeschalteter Geräte müssen so ausgeführt sein, daß ein einpoliges Einführen der Stecker unmöglich ist [Ausführung der Stecker siehe § 15 d)].

§ 13.

Verbindungsgeräte.

a) Verbindungsgeräte dürfen zur Verbindung mit den Starkstromnetzen nur einen Edison-Lampensockel 27 (Normal-Edisonsockel) oder Steckerstifte tragen. Zwischenschaltung einer Schnur ist unzulässig.

b) Die Kondensatoren müssen ein festes Dielektrikum enthalten; regelbare Kondensatoren sind nicht zulässig.

c) Die Geräte müssen eine genügende mechanische Festigkeit aufweisen.

d) Für die netzseitigen Teile gelten die K.P.I.[9].

§ 14.

Batterien.

a) Batterien, die diesen Vorschriften unterliegen [siehe § 4 b), z. B. Heizbatterien für Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger oder -Verstärker] müssen in einem diesen Vorschriften entsprechenden Gehäuse oder Gerät untergebracht sein.

b) Bei Batterien, die eine Flüssigkeit enthalten, muß dafür gesorgt sein, daß durch Austritt der Flüssigkeit die Isolation nicht herabgesetzt wird.

§ 15.

Anschluß- und Verbindungsleitungen.

a) Alle Anschluß- und Verbindungsleitungen, mit Ausnahme der Leitungen innerhalb der Geräte, müssen den V.I.L.[10] entsprechen. Der Übergang von Verbindungsleitungen auf Leitungen innerhalb des Gerätes darf nur über festgelagerte Verbindungsstellen (Festpunkte, Klemmen) erfolgen. Als Festpunkte sind auch ausreichend gesicherte Lötstellen zugelassen. Sind diese Festpunkte oder Klemmen außerhalb des Gerätes angebracht, so müssen sie berührungssicher abgedeckt sein.

b) Bewegliche Verbindungsleitungen dürfen in Gehäuse nur so eingeführt werden, daß ein Durchscheuern der Leitungen zuverlässig verhindert wird. Leitungsschnüre müssen an ihren beiden Enden von Zug entlastet, Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen, Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

c) Gummischlauchleitungen nach den V.I.L.[10] sind für nachgeschaltete Geräte bis zu Gleichspannungen von 350 V zulässig.

d) Stecker für den Sprechstrom von Lautsprechern müssen so ausgebildet sein, daß sie nicht in eine normale Lichtsteckdose eingeführt werden können. Bis zu Gleichspannungen von 350 V sind Stecker zulässig, die in ihrem Aufbau sinngemäß den Anforderungen der K.P.I.[9] für Stecker bis 250 V genügen.

§ 16.

Anschluß von Kopfhörern.

a) Kopfhörer dürfen nur verwendet werden, wenn sie von der Anoden-Gleichspannung abgetrennt sind.

B. Prüfung.

§ 17.

Modell- und Stückprüfung.

a) Zu unterscheiden ist zwischen Modell- und Stückprüfung. Durch die Modellprüfung soll eine vollständige Untersuchung der sämtlichen, den Gebrauchszweck sicherstellenden Eigenschaften vorgenommen werden; sie muß alle in §§ 18 und 19 angegebenen Prüfungen umfassen. Die Stückprüfung hat den Zweck, Werkstoff- und Ausführungsfehler festzustellen; sie muß die in § 20 angegebenen Prüfungen umfassen.

Die Prüfungen müssen an einem fabrikneuen, nicht besonders ausgetrockneten Gerät stattfinden.

(Fortsetzung auf S. 318.)

[9] s. VDE 0610.
[10] s. VDE 0250.

Digitized by Google

Die neue Numerierung der VDE-Arbeiten.

Die neue Numerierung der VDE-Arbeiten[1] ist seit dem 1. März, dem Erscheinungstermin der 19. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches, in Kraft. Es empfiehlt sich daher für jeden Besitzer von Sonderdrucken mit VDE-Arbeiten, die Nummern der Sonderdrucke auf Grund der neuen Numerierung umzuändern, damit keine Verwechslungen entstehen. In der unten folgenden Übersicht sind die neuen VDE-Nummern und die bisherigen Sonderdrucknummern einander gegenübergestellt, so daß ein Vergleich leicht möglich ist.

Im übrigen wird auch an dieser Stelle nochmals darum gebeten, bei Zitierung von VDE-Arbeiten stets die VDE-Nummer anzugeben, also z. B. für „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V.B.S.“:

VDE 0105/1932.

Inwieweit es notwendig ist, außer der VDE-Nummer die Jahreszahl der Gültigkeit, den vollen Titel oder den Kurztitel zu nennen, wird von dem einzelnen Fall der Zitierung abhängig sein.

Diesem Heft liegt VDE 0001/1933 „Verzeichnis der VDE-Arbeiten“ bei.

[1] s. ETZ 1933, S. 190.

VDE (neu)	Bisherige Sonderdruck-nummer	Titel (gekürzt)
		Gruppe 0. Allgemeines.
0001	0518	Verzeichnis der VDE-Arbeiten.
0010	--	DIN VDE-Normblätter u. DIN-Taschenbücher.
0011	--	Normblätter unter VDE-Beteiligung.
0015	--	Festlegungen des AEF.
0020	468	Organisation und Entwicklung.
0021	—	Prüfstelle.
0025	390	Kommission für Installationsmaterial.
0026	415	Ausschuß für Schaltbilder.
0030	0519	Tätigkeitsbericht.
0031	0521	Beschlüsse.
0040	380	Normung.
0045	371	VDE und Großhandel.
0046	382	VDE und Warenhäuser.
0060	275	Praktikantenmerkblatt.
0061	276	Praktikantenmerkblatt.
0063	—	Fortbildungskurse für Monteure und Wärter.
		Gruppe 1. Starkstromanlagen.
0100	436	Errichtung V.E.S. 1.
0101	437	Errichtung V.E.S. 2.
0105	0514	Betrieb V.B.S.
0111	0517	Sicherheitsgrad L.S.G.
0115	0492	Bahnen V.E.B.
0120	441	Medizinische Röntgenanlagen.
0121	—	Nichtmedizinische Röntgenanlagen.
0125	0493	Gebäude-Leitsätze.
0128	439	Leuchtröhrenanlagen.
0130	472	Landwirtschaft (Merkblatt und Betriebsanweisung).
0132	0490	Brandbekämpfung.
0134	0515	Erste Hilfe.
0140	0488	Schutzmaßnahmen L.E.S. 1.
0141	374	Hochspannungserdung.
0145	0323	Überspannungsschutz.
0150	—	Erdstrom.
0151	—	Anfressung blanker Nulleiter.
0170	440	Schlagwetterschutz V.S.S.
0175	—	Spannungsnormen 1 bis 100 V.
0176	0505	Spannungsnormen über 100 V.
0180	476	Bemerkungen zu V.E.S. 1.
		Gruppe 2. Starkstromleitungen.
0201	0504	Leitungskupfer.
0210	0442	Starkstrom-Freileitungen V.S.F.
0214	329	Verhaltungsmaßregeln gegenüber Freileitungen.
0215	392	Käferfraß an Holzmasten.
0217	475	Bahnkreuzungen B.K.V.
0218	474	Wasserstraßenkreuzungen W.K.V.
0220	—	Postkreuzungen.
0221	--	Ausführungsbestimmungen dazu.
0223	0473	Bruchsichere Führung.
0225	—	Postkreuzungen mit Bahnen.
0228	321	Schwachstrombeeinflussung.
0240	332	Fahrleitungen für Hebezeuge und Transportgeräte.
0250	497	Isolierte Leitungen V.I.L.
0252	498	Umhüllte Leitungen.
0255	0403	Bleikabel V.S.K.
		Gruppe 3. Isolierstoffe.
0302	318	Prüfvorschriften.
0303	0455	Elektrische Eigenschaften.
0305	507	Glutfestigkeit.
0308	459	Luftfeuchtigkeit.
0310	462	Holz.
0312	460	Fiber.
0313	457	Elektrolackpappe.
0316	464	Tafel-Preßspan.
0317	483	Rollen-Preßspan.
0324	510	Hartpapierplatten.
0325	509	Hartpapierrohre.
0330	463	Gesteine.
0331	511	Asbest.
0332	0461	Glimmer.
0335	458	Keramische Isolierteile unter 1000 V.
0340	427	Isolierbänder.
0350	456	Gerätevergußmassen.
0351	396	Kabelvergußmassen.
0370	405	Transformatoren- und Schalteröle.
		Gruppe 4. Messung und Prüfung.
0410	279	Meßgeräte.
0414	0512	Wandler R.E.W.
0418	0516	Elektrizitätszähler R.E.Z.
0425	451	Spannungssucher.
0430	365	Spannungsmessungen mit Kugelfunkenstrecke.
0446	446	Prüfung von Isolatoren von 1000 V an.
0447	367	Stoßspannungsprüfung für Hochspannungsisolatoren.
0480	425	Licht, Lampen, Beleuchtung.
0482	426	Photometrierung.
		Gruppe 5. Maschinen, Transformatoren, Umformer.
0522	—	Prüfung von Eisenblech.
0530	452	Maschinen R.E.M.
0532	453	Transformatoren R.E.T.
0535	471	Maschinen und Transformatoren für Bahnen R.E.B.
0540	486	Gleichstrom-Lichtbogen-Schweißmaschinen R.E.S.M.
0550	417	Schutztransformatoren R.E.T.K.
0560	503	Starkstrom-Kondensatoren.
0570	—	Klemmenbezeichnung.
		Gruppe 6. Installationsmaterial, Schalt- und Hochspannungsgeräte.
0601	401	Stromstufen.
0610	420, 454	Installationsmaterial K.P.I.
0615	428	Soffittenlampen.
0622	481	Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt.
0625	—	Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre.
0626	501	Gerätesteckdosen mit Schutzkontakt.
0630	496	Geräteschalter.
0631	506	Temperaturbegrenzer und Temperaturregler.
0640	445	Installations-Selbstschalter.
0650	409	Anlasser und Steuergeräte R.E.A.
0655	369	Steuergeräte, Widerstandsgeräte und Bremslüfter für aussetzenden Betrieb R.A.B.
0660	399	Schaltgeräte R.E.S.
0665	423	Motorschutzschalter.
0670	0434	Hochspannungsgeräte R.E.H.
0680	432	Bemerkungen zu K.P.I.
0685	—	Anforderungen an Gerätesteckvorrichtungen.
		Gruppe 7. Verbrauchsgeräte.
0710	502	Beleuchtungskörper.
0715	469	Christbaum-Beleuchtungen.
0720	495	Elektrowärmegeräte V.W.G.
0730	499	Handgeräte V.G.K.M.
0740	494	Elektrowerkzeuge V. E.Wz.
0741	373	Schleif- und Poliermaschinen.
0750	500	Elektromedizinische Netzanschlußgeräte V.E.Med.
0759	478	Hochfrequenz-Heilgeräte.
0780	0513	Bemerkungen zu Vorschriften für Elektrowärme- u. Handgeräte.
		Gruppe 8. Fernmelde- und Rundfunkanlagen.
0800	0491	Errichtung V.E.F.
0804	0520	Netzstrom führende Fernmeldegeräte V.F.G.N.
0807	484	Galvanische Elemente.
0808	0407	Taschenlampenbatterien.
0810	397	Isolierte Leitungen V.F.L.
0850	—	Hochfrequenztelephonie.
0855	485	Außenantennen.
0860	435	Rundfunkgeräte V.R.G.
0865	479	Anodenbatterien.

Digitized by Google

(Fortsetzung von S. 316.)

1. Modellprüfung.

§ 18.

Erwärmungsprüfung.

a) Durch die Erwärmungsprüfung soll festgestellt werden, ob bei Dauerbelastung mit dem Prüfstrom die höchstzulässige Erwärmung in betriebsmäßigem Zustande nicht überschritten wird.

b) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 ° darf bei Dauerbetrieb in keinem Teil des Gerätes eine die Wirkungsweise beeinträchtigende Erwärmung eintreten.

c) Für Wicklungen sind die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R.E.T.K."[11] maßgebend.

d) Das Gehäuse darf bei Dauerbetrieb an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Übertemperatur als 50 ° erreichen.

e) Der Temperaturschutz bei Kurzschluß darf auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

§ 19.

Isolationsprüfung.

a) Das Gerät ist in geöffnetem Zustande 24 h lang einer Temperatur von 20 ° und einer Luftfeuchtigkeit von 80 % auszusetzen. Darauf ist es weitere 24 h lang in einem Raum von 15 ··· 20 ° und normalem Feuchtigkeitsgehalt trocknen zu lassen.

b) Verbindungsgeräte müssen außerdem vor der Spannungsprüfung 1 min lang unter Wasser gelegt werden.

[11] s. VDE 0550.

c) Unmittelbar danach ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und den anderen Anschlüssen zu prüfen. Der gleichen Prüfung ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen, im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen. Hierbei darf der mit 1500 V Gleichspannung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 2 MΩ sein. Bei Geräten für Wechselstrom wird der durchgelassene Strom an den gleichen Stellen mit der Betriebsspannung gemessen; er darf nicht mehr als 1 mA betragen.

d) Hierauf wird die Isolation gemäß §§ 7, 8, 10 ··· 15 mit dem 4-fachen Betrage der Betriebsspannung, mindestens aber mit 1500 V 1 min lang geprüft. Treten an Spannung führenden Teilen im Inneren eines Gerätes höhere Spannungen als 350 V auf, so ist die Isolation außerdem zwischen diesen Teilen und dem Gehäuse sowie den außenliegenden Anschlüssen mit dem 4-fachen Betrag der auftretenden Spannung, mindestens jedoch mit 1500 V 1 min lang zu prüfen. Die Spannungsprüfung erfolgt mit der Stromart, für die das Gerät bestimmt ist. Bei dieser Prüfung darf weder Durchschlag noch Überschlag eintreten.

2. Stückprüfung.

§ 20.

a) Als Stückprüfung sind die in § 19 angegebenen Spannungsprüfungen, jedoch ohne die vorhergehende Feuchtigkeitsbehandlung, vorzunehmen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 4. IV. 1933, abds, 8 h, Hörsaal des Elektrotechn. Inst.: Vortrag Prof. Dr.-Ing. Euler, „Über die Erzeugung von reinem Gleichstrom in Maschinen".

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 5. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Straße 47: Vortrag Prof. Dr.-Ing. E. h. R. Rüdenberg, Berlin, „Die Beurteilung el. Maschinen und Apparate vermittels Toleranzen auf Grund statistischer Methoden".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle. 6. IV. 1933, abds. 8¼ h, gr. Saal des Neumarkt-Schützenhauses: Lichtbildervortrag Obering. Dühne, Halle, „Elektrizität im Felde".

Elektrotechn. Verein München. 5. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Prof. Dr.-Ing. Stauber, Berlin, „Maschinen mit Wasserkolben unter Erörterung der Entwicklungsmöglichkeiten der nassen Drehkolbenmaschine zur Großgasmaschine".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal. 4. IV. 1933, abds. 8 h, Saal der Technik, Wuppertal, Alexanderstraße 18: Vortrag Dr.-Ing. Paul Werners, Dortmund, „Blindleistungs- und wirtschaftliche Tourenregelung bei Asynchronmaschinen".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Herzfeld †. — Am 1. III. d. J. starb nach längerer Krankheit unser langjähriger Mitarbeiter für das Gebiet Gewerblicher Rechtschutz, Herr Patentanwalt Dipl.-Ing. Hugo Herzfeld I. Der Verstorbene hat es verstanden, das schwierige Gebiet mit seinen oft heiklen Fragen mit großer Sachkenntnis und in unparteiischer Weise zu bearbeiten. Wir werden Herrn Herzfeld ein dauerndes Andenken bewahren. Die Schriftleitung der ETZ.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das Verhältnis der Stromdichten bei Einheits-Transformatoren.

Die Einwände des Herrn RICHTER in ETZ 1933, S. 27, zu den DIN VDE 2600/01 scheinen mir ganz unberechtigt zu sein. Die Einheits-Transformatoren werden doch in der weitaus überwiegenden Zahl in C_3-Schaltung, nicht etwa in A_2-Schaltung geliefert. Vernünftigerweise wird man sie daher für die C_3-Schaltung optimal entwerfen und in dieser Schaltung auf Lager legen, zumal die A_2-Schaltung durch Umschalten der Unterspannungspulen leicht erreicht werden kann. Diese Umschaltung geschieht bekanntlich in der Weise, daß die beiden Zickzack-Wicklungshälften jedes Schenkels parallel geschaltet werden. Hierbei sinken nun die Wicklungsverluste durchaus nicht in dem Maße, wie es der zur Verfügung gestellte Unterspannungs-Kupferquerschnitt erwarten läßt, da die beiden Wicklungshälften bei so kleinen Typen der Einfachheit halber übereinander gewickelt sind und infolgedessen eine sehr ungleiche Stromaufnahme der parallelen Zweige eintritt. Die hierdurch bedingten Zusatzverluste betragen etwa 3 ··· 5 % der gesamten Kupferverluste. Berücksichtigt man ferner, daß bei der Festlegung der Garantiezahlen für die Wicklungsverluste der Einheits-Transformatoren auch das Bestreben vorlag, abgerundete Zahlenwerte zu erhalten, so scheint das aus den DIN VDE 2600/01 sich ergebende Verhältnis der Wicklungsverluste bei C_3- und A_2-Schaltung von 1,08 ··· 1,115 gegenüber dem von Herrn RICHTER für annähernd gleiche Stromdichten in Ober- und Unterspannungswicklung, aber unter Vernachlässigung der erwähnten Zusatzverluste errechneten Wert von 1,14 als durchaus gerechtfertigt. Ist anderseits ein Transformator dieser Typenreihe ausnahmsweise nur für A_2-Schaltung zu wickeln, so kann man die Parallelschaltung von Unterspannungspulen und die damit verbundenen Zusatzverluste allerdings vermeiden. Diesen Vorteil wird der Hersteller aber nicht durch Wahl eines unwirtschaftlichen Stromdichten-Verhältnisses, wie Herr RICHTER offenbar annimmt, zunichte machen, sondern durch Ersparnis von einigen Prozenten an Kupfergewicht ausnutzen.

Berlin-Oberschöneweide, 14. I. 1933. R. Küchler.

Erwiderung.

Die Bemerkungen von Herrn KÜCHLER richten sich nicht gegen meine Auffassung über das günstigste Verhältnis der Stromdichten, sondern gegen die von mir den DIN VDE 2600/01 gegebene Auslegung.

Da in den Erläuterungen zu den DIN kein Hinweis darüber zu finden ist, daß die Zahlenangaben eine Bevorzugung der einen oder andern Schaltung voraussetzen, konnte ich das Stromdichtenverhältnis nur so annehmen, daß es bei beiden Schaltungen möglichst wenig von dem günstigsten Wert abweicht. Wenn nun, wie Herr KÜCHLER angibt, die Einheitstransformatoren in der weitaus überwiegenden Zahl in C_3-Schaltung geliefert werden, so kann es wohl angebracht sein, den Einheitstransformator ohne Rücksicht auf die A_2-Schaltung für C_3-Schaltung zu entwerfen; aus den Erläuterungen zu den DIN geht diese Voraussetzung allerdings nicht hervor. Das Stromdichtenverhältnis G_o/G_u muß dann bei A_2-Schaltung 1,147 und nicht 1,08, wie ich vorausgesetzt hatte, sein, damit es bei C_3-Schaltung 1 wird. Dadurch

Digitized by Google

würde sich aber die von mir beim 50 kVA-Transformator berechnete Abweichung vom Sollwert nur von 5,4 % auf 4,9 % ändern.

Nach Herrn KÜCHLER sollen ferner die Zusatzverluste durch Stromverdrängung bei A_2-Schaltung 3 ··· 5 % der gesamten Wicklungsverluste betragen. Dieser Anteil scheint mir etwas zu hoch angenommen zu sein. Die beiden Abbildungen in meinem Aufsatz gelten für den kleinsten und für den größten Einheitstransformator. Die Zusatzverluste in A_2-Schaltung ergeben dafür die Grenzwerte 3,5 und 7 % von den Wicklungsverlusten der Unterspannungswicklung oder 1,5 und 3 % der gesamten Wicklungsverluste. Beim 50 kVA-Transformator, den ich in meinem Aufsatz beispielsweise herangezogen habe, liegen sie dazwischen. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß auch in C_3-Schaltung noch (geringe) Zusatzverluste durch Stromverdrängung auftreten, und daß mit wachsenden Zusatzverlusten das günstigste Verhältnis G_o/G_u der Stromdichten sinkt (vgl. Abb. 2, S. 27); durch Vergrößerung von G_u werden nämlich die radialen Abmessungen der Unterspannungswicklung kleiner und damit auch die Zusatzverluste. Schließlich könnte man ja auch die Wicklung praktisch stromverdrängungsfrei ausführen, z. B. durch einmalige Verdrillung der beiden radial übereinander liegenden Leiter.

Es scheinen mir deshalb auch unter Berücksichtigung dieses Einwandes von Herrn KÜCHLER die Sollwerte der Wicklungsverluste bei C_3-Schaltung verhältnismäßig zu klein zu sein. Legt man aber den DIN den günstigsten Entwurf bei C_3-Schaltung zugrunde, dann wird man den Transformator auch so entwerfen, daß die Sollwerte der Wicklungsverluste bei C_3-Schaltung gerade eingehalten werden. Die Wicklungsverluste ergeben sich dann bei A_2-Schaltung um etwa ebenso viel zu klein, wie sie sich bei C_3-Schaltung zu groß ergaben. Diese Abweichung kann aber leichter in Kauf genommen werden, weil die Toleranz der Wicklungsverluste nach unten nicht begrenzt ist.

Hiernach erübrigt sich eine Änderung der Zahlenwerte in den DIN, wenn diese so zu verstehen sind, daß bei Verwendung desselben Einheitstransformators sowohl für A_2- als auch für C_3-Schaltung die genaue Einhaltung der Sollwerte der Wicklungsverluste nur für C_3-Schaltung anzustreben ist. Dies müßte dann in den sonst sehr ausführlich gehaltenen Erläuterungen des Beiblatts aber noch zum Ausdruck gebracht werden.

Karlsruhe, 27. I. 1933. R. Richter.

LITERATUR.

Besprechungen.

Relaisbuch. Herausg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke. Mit 254 Abb., 1 Karte u. 257 S. in 8°. Selbstverlag, Berlin W 62, 1930. Preis geb. 15 RM.

Die Verfasser, namhafte und führende Männer des Betriebes aus den Kreisen der Elektrizitätserzeuger, haben sich an das Problem in seiner Gesamtheit heranzugehen unterzogen, weil es zweifellos eine Notwendigkeit war, diesen Stoff für die deutsche Elektrotechnik zusammenzufassen. Das Buch hat einen Vorgänger, das Relay Handbook, das dieselbe Aufgabe für Amerika zu lösen sucht. Dieses Werk scheint den deutschen Bearbeitern in manchem Guten, das es enthält, zur Anregung gedient zu haben, manche Mängel wurden vermieden. Das Buch beschränkt sich auf die Behandlung des Selektivschutzes, u. zw. des Schutzes von Wechselstromanlagen. Gleichstromanlagen sind nicht behandelt und ebensowenig Relais für Fernsteueranlagen und für selbsttätige Anlagen. Es zerfällt in 4 Teile: 1. Begriffserklärungen und Schaltzeichen, 2. Die Schutzsysteme und ihre Eignung mit Rücksicht auf die besonderen Betriebsbedingungen der zu schützenden Anlageteile, 3. Das Zubehör, 4. Die Prüfung der Relais und des Schutzes.

Der die Schutzsysteme behandelnde Teil umfaßt 140 Seiten und zerfällt in die Abschnitte: Schutz für Generatoren, Transformatoren, Leitungen, Sammelschienen, Umformer, Phasenschieber, Gleichrichter, Abnehmeranlagen, Eigenbedarfsanlagen und von Niederspannungs-Verteilungsnetzen. Der Teil Zubehör behandelt auf 33 Seiten den für den Schutz enorm wichtigen Teil der Strom- und Spannungswandler, während der 4. Teil auf 122 Seiten die Prüfung der Relais, die Prüfung der Schutzsysteme, die Prüfung der Wandler einschließlich der verschiedenen Prüfeinrichtungen behandelt. Auch die Prüfung der Relais bei der Abnahme und im Betrieb ist durchgearbeitet worden.

Bei einer Neubearbeitung wäre manches Veraltete zu streichen und natürlich — das liegt in der Natur der Sache — manches Neue hinzuzufügen, da die Schutztechnik in der Zwischenzeit große Fortschritte gemacht hat. Auch wäre eine sorgfältige Literaturzusammenstellung zu empfehlen.

Die Fortsetzung der Arbeit ist ebenso dringend zu empfehlen wie das Buch zu lesen und vor allem die vielen guten allgemeinen Ratschläge, die es dem projektierenden Ingenieur wie auch dem Betriebsmann gibt, zu beherzigen, denn beide, wie auch der Relaiskonstrukteur, werden Nutzen daraus ziehen. Das Buch ist wert, im In- und Ausland Beachtung zu finden. M. Schleicher.

Die Fabrikation von Wolframdrähten für elektrische Glühlampen und Radioröhren. Von Ing. F. Knepper. Mit 51 Abb. u. 7 Tab., VIII u. 111 S. in 8°. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1930. Preis geb. 6,60 RM.

In dem Buch sind mit großer Sorgfalt die einzelnen Fabrikationsgänge und die Hilfsmittel und Hilfsapparate für die Herstellung des Wolframdrahtes beschrieben. Der Verfasser verfügt über eine bemerkenswerte Sachkenntnis dieser wichtigen Fabrikationstechnik. Er beschreibt die einzelnen Maschinen und Verfahren unter Angabe der Patentliteratur in der Bezugsquelle der Maschinen. Auch der Verarbeitung der Diamant- und Kunstziehsteine ist ein Kapitel gewidmet. Außer der sachlichen Schilderung werden die Kalkulationsgrundlagen für die Einrichtung eines Wolframverarbeitungsbetriebes gegeben.

H. Wolff.

Artificial Sunlight. Combining Radiation for Health with Light for Vision. Von Dr. M. Luckiesh. Mit 65 Abb., 8 Taf. u. 254 S. in gr. 8°. Verlag D. van Nostrand Company, Inc., New York 1930. Preis geb. 3,75 $.

Vor 25 Jahren glaubte man, die Augen vor den ultravioletten Strahlen der damals noch recht bescheidenen Glühlampen schützen zu müssen; heute hat man die in vieler Hinsicht heilsame Wirkung dieser Strahlen erkannt und bemüht sich, für die Glocken der Lampen und für die Fenster möglichst ultraviolettdurchlässige Gläser zu schaffen. Einen bedeutenden Schritt weiter geht der bekannte Verfasser des vorliegenden Buches, wenn er die neue Ära der Lichttechnik in dem künstlichen Sonnenlicht sieht, d. h. in einem Licht, das neben der auf das Auge wirksamen Strahlung auch die heilkräftigen Strahlen des natürlichen Sonnenlichtes enthält. Man ist heute tatsächlich in der Lage, ein künstliches Licht zu erzeugen, welches dem natürlichen Sonnenlicht an Ultraviolettstrahlung nicht nachsteht, sondern es — auf gleiche Beleuchtungstärke bezogen — weit übertrifft. Ob es die Aufgabe der künstlichen Beleuchtung ist, im angegebenen Sinne prophylaktisch zu wirken? Wenn man es für zweckmäßig hält, das Tageslicht in Innenräumen vollkommen durch Lampenlicht zu ersetzen — zweifellos. So weit, daß man die Häuser ohne Fenster baut, sind wir ja glücklicherweise noch nicht, aber auch von diesem Falle abgesehen, kann es sicher nicht schaden, wenn die künstlichen Lichtquellen diese nützliche Ultraviolettstrahlung — es handelt sich im wesentlichen um den Spektralbezirk von 280 bis 310 μμ — enthalten. Die Hauptsache ist es nach Ansicht des Berichters jedenfalls nicht, aber sicher ist das Problem so wichtig und interessant, daß es sehr zu begrüßen ist, wenn der Verfasser im vorliegenden Werk die Grundlagen dieses neuen Sonnenlichtes und seine Aussichten, daneben die Eigenschaften der Ultraviolettstrahlen, ihre Reflexion, Absorption, Messung usw. eingehend behandelt. Im letzten Kapitel des Buches wird ausgeführt, daß das künstliche Sonnenlicht dem natürlichen Tages- und Sonnenlicht in Innenräumen hinsichtlich der Kosten, des Gehalts an heilkräftigen Strahlen und der Gleichmäßigkeit weit überlegen ist — woraus sich logischerweise die Forderung ergibt, in Innenräumen auf das natürliche Tageslicht endgültig zu verzichten. Mit dieser Forderung nun kann sich der Berichter ganz und gar nicht einverstanden erklären. W. Voege.

Svenska Elektricitetsverksföreningens Statistik för Driftåret 1931. Herausg. v. Svenska Elektricitetsverksföreningen. Stockholm 1932. Mit 22 Abb., 216 u. XXX S. in gr. 8°. Preis 10 Kr.

Die vorliegende Ausgabe enthält außer den üblichen Aufstellungen des Primärmaterials der angeschlossenen

Digitized by Google

Werke einen Abschnitt Zusammenstellungen zur Beurteilung verschiedener, darunter Tariffragen, nebst Beifügung zahlreicher Diagramme. Letztere ermöglichen eine schnelle Orientierung über die Entwicklungstendenz. Die Statistik wird in Zusammenarbeit mit dem Kgl. Kommerzkollegium ausgearbeitet und umfaßt auch solche Werke, welche der Vereinigung der Elektrizitätswerke nicht beigetreten sind.

Halden.

Der AEG-Konzern 1932. Mit 16 S. in gr. 8°. Preis geh. 1,80 RM.

Der Siemens-Konzern 1932. Mit 80 S. in gr. 8°. Preis geh. 3,50 RM.

B. K. L. Berliner Kraft- und Licht-AG., Berlin. Mit Anhang: BEWAG, Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. Mit 24 S. in gr. 8°. 1932. Preis geh. 2,20 RM.

Preußische Elektrizitäts-AG. (Preußenelektra), Berlin. Herausg. v. Spezial-Archiv der Deutschen Wirtschaft. Mit 16 S. in gr. 8°. Verlag R. & H. Hoppenstedt, Berlin 1932. Preis geh. 1,80 RM.

Seit einer Reihe von Jahren bringt der Verlag Hoppenstedt Berichte über deutsche Industrie-Konzerne, deren Anzahl gegenüber dem Vorjahre wieder um einige wichtige Unternehmungen erweitert worden ist. Allen diesen Darstellungen muß nachgerühmt werden, daß die vielfach schwer zugänglichen Angaben über Beteiligungen, Vertragsbindungen, Interessenverflechtungen usw. mit Fleiß und Sorgfalt zusammengetragen und übersichtlich geordnet sind. Die Entwicklung der behandelten Unternehmungen wird nicht nur nach der finanziellen, sondern auch nach der technischen Seite dargelegt, so daß es hierdurch in Verbindung mit der Nebeneinanderstellung der letzten Bilanzen auch dem weniger orientierten Leser leicht gemacht wird, sich in kürzester Frist ein Urteil über den betreffenden Konzern und seine Lage zu bilden.

Im übrigen fällt es bei Durchsicht der angeführten Veröffentlichungen wieder auf, daß die Behandlung des Siemens-Konzerns innerhalb des „Spezial-Archivs der deutschen Wirtschaft" seit je eine besondere Stellung einnimmt; werden hier doch auch die Verhältnisse der Tochter- bzw. Konzerngesellschaften übersichtlich und eingehend dargestellt. Es wäre zu wünschen, daß in Zukunft auch die Berichte über andere Unternehmungen eine derart ausführliche Bearbeitung erführen.

E. M. v. Livonius.

Eingegangene Doktordissertationen.

Walter Moll, Über den Becquerel-Effekt an Selenelektroden. T. H. Berlin 1930. (Sonderabdr. aus Z. physik. Chem. Abt. A., Bd. 161, S. 401, 1932, Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.)

Werner Schulze, Der Entladungsmechanismus im Geiger-Müllerschen Zählrohr und sein Zusammenhang mit Eigenschaften der normalen Glimmentladung. T. H. Berlin 1932. (Sonderabdr. aus Z. Physik Bd. 78, H. 1/2, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Starke Krisenauswirkungen bei der Elektroindustrie in den V. S. Amerika. — Nach den jetzt veröffentlichten eingehenden Zensusangaben hat sich der Wert der gesamten elektrotechnischen Erzeugung in den V. S. Amerika von 1929 bis 1931 von 9241,81 auf 5488,77 Mill RM[1] verringert; für 1932 wird mit einem Erzeugungswert von nur noch 3385,2 Mill RM gerechnet. Der Rückgang gegenüber 1929 beträgt bis 1931 40,6 % und bis 1932 sogar 63,4 %.

[1] Umrechnungskurs 1 RM = 0,2381 $.

Auf die eigentliche elektrotechnische Erzeugung entfielen von der genannten Summe im Jahre 1931 4073,29 Mill RM gegenüber 8058,67 im Jahre 1929[2]. Zu diesem Produktionswert, der sich auf 1389 Betriebe verteilt, kommt noch der Wert der Herstellung elektrischer Waschmaschinen, elektrischer Nähmaschinen, von Funkgeräten und von Beleuchtungseinrichtungen hinzu. Von 1929 bis 1931 erhöhte sich die Zahl der in den Vereinigten Staaten hergestellten Waschmaschinen von 767 611 auf 956 062, dementsprechend ihr Wert von 160,61 auf 251,71 Mill RM. Anderseits sank die Zahl der hergestellten elektrischen Nähmaschinen für industrielle und Haushaltszwecke von 437 000 auf 227 300, während der Wert von 116,05 auf 55,15 Mill RM zurückging. Der Wert der Funkgeräteherstellung stellte sich 1931 auf 807,79 Mill RM. Die Zahl der Firmen, die Beleuchtungszubehör herstellen, ging von 1929 bis 1931 von 614 auf 503 zurück, der Wert ihrer Produktion von 608,87 auf 300,89 Mill RM.

Bei Hinzuzählung dieser Produktionsgruppen ergibt sich für 1931 als Wert der gesamten elektrotechnischen Produktion der V. S. Amerika die genannte Ziffer von 5488,77 Mill RM; der Verkaufswert kann auf rd. 8,2 Mrd RM geschätzt werden.

Wie sich aus der folgenden Zahlentafel ergibt, ist vor allem die Herstellung starkstromtechnischer Maschinen beträchtlich zurückgegangen, ebenso auch der Herstellungswert von Funkgeräten. Die verhältnismäßig geringsten Produktionsrückgänge finden sich bei Glühlampen und elektrischen Haushaltsgeräten.

Herstellungswert wichtiger Erzeugnisgruppen (in Mill RM).

	1914	1919	1921	1923	1925	1927	1929	1931
Stromerzeugungsmaschinen, Motorgeneratoren	75,18	362,46	273,84	446,88	462,84	437,64	339,78	142,80
Schalttafeln u. -einrichtungen	64,68	110,46	152,46	243,18	293,16	301,98	341,04	186,06
Transformatoren	60,90	113,82	176,82	248,22	261,24	280,56	352,80	179,34
Motoren u. Teile davon	185,64	490,98	312,90	458,64	475,02	469,56	818,16	395,64
Glühlampen	73,08	241,92	250,74	302,40	309,12	369,60	358,26	295,68
Haushaltsgeräte	—	—	158,34	268,38	315,42	325,50	354,90	214,20
Funkgeräte	3,33	34,02	44,52	226,80	750,96	833,28	1728,72	807,66
Installationsmaterial	31,92	112,98	91,56	147,00	146,16	137,34	161,28	91,56

Die nachfolgende Zahlentafel, die ein Entwicklungsbild der amerikanischen Elektroindustrie von 1914 bis 1931 gibt, bezieht sich in dem letztgenannten Jahr auf 1603 Firmen mit einem Erzeugungswert von 4998,76 Mill RM; diese Statistik umfaßt also rd. 90 % des Gesamtwerts der elektrotechnischen Fabrikation.

Entwicklung der amerikanischen Elektroindustrie 1914 bis 1931.

Jahr	Zahl der Gesellschaften	Zahl der Arbeiter- und Angestellten	Summe der Löhne und Gehälter Mill. RM	Wert der Rohstoffe Mill. RM	Produktionswert Mill. RM	Installierte Antriebsleistung in 1000 PS
1914	1030	118 078	309,96	647,64	1407,84	226
1919	1404	212 374	1000,44	1785,42	4191,60	438
1921	1333	161 204	815,64	1445,22	3502,80	–
1923	1671	234 892	1283,10	2304,12	5430,60	480
1925	1739	239 921	1359,96	2674,14	6408,00	589
1927	1777	241 566	1412,04	2712,36	6876,66	661
1929	1802	328 722	1916,88	4078,20	9663,78	894
1931	1603	216 437	1005,90	1787,52	4998,76	–

Electr. Wld. Bd. 101, S. 11 u. 44. *A. Fr.*

[2] Vgl. ETZ 1933, S. 96.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Neuartige Bauweise von Schaltgeräten", Heft 9 der ETZ d. J., ist auf S. 204 links neben Abb. 4 ein Erwärmungsbeispiel durchgerechnet. Hierzu sendet uns der Verfasser folgende Mitteilung:

„Herr Dr. Harries, Jena, macht mich freundlichst darauf aufmerksam, daß die Temperaturzunahme an der Einschnürungstelle, wenn die axiale Wärmeableitung unberücksichtigt bleibt, nicht linear, sondern mit dem Quadrat der Stromdichte zunimmt, im gegebenen Beispiel also 480 statt 120 ° C erreicht würde. Das ändert nichts am praktischen Wert des „Stromeinschnürungsprinzips"."

Abschluß des Heftes: 24. März 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Blitzeinschlag- und Ueberschlag-Anzeiger für Hochspannungs-Freileitungen.

Mitteilung der AEG.

Atmosphärische Entladungen sind in den weitaus meisten Fällen die Ursachen der Störungen, die beim Betrieb von Hochspannungs-Uebertragungsanlagen auftreten. Die Störungen werden hauptsächlich durch die Auswirkungen von Blitzeinschlägen in die Leitungen oder in deren Nähe hervorgerufen. Blitzeinschläge in die Masten von Hochspannungs-Freileitungen und Ueberschläge an den Isolatorenketten führen nicht nur häufig zu Beschädigungen der Isolatoren und Leitungseile, sondern können auch der Anlaß zu sekundären Schäden in den Anlagen sein. Um die Leitungen dauernd in betriebsicherem Zustand zu erhalten, sind regelmäßige Kontrollen erforderlich, die sich in erster Linie auf die Isolation erstrecken. Diese verursachen erhebliche Kosten, deren Höhe von der Art der verwandten Isolatorenbauart abhängig ist. Während Beschädigungen an Vollkernisolatoren meist vom Boden aus erkennbar sind, so daß besonders sorgfältige Nachprüfungen nur in größeren Zeitabständen erforderlich sind, ist es unerläßlich, Leitungen mit Isolatoren der Kappenbauart in kürzeren Abständen einer genauen Kontrolle zu unterziehen, da bei diesen Isolatoren durchgeschlagene, aber äußerlich nicht beschädigte Glieder nur durch Nachmessen mit einer Meßstange ermittelt werden können. Aber selbst wenn es durch die Nachprüfungen gelingt, alle im Betrieb unbrauchbar gewordenen Isolatoren ausfindig zu machen, so ist es doch unmöglich, die Masten zu ermitteln, die vom Blitz getroffen wurden oder an denen Ueberschläge aufgetreten sind, ohne daß die Isolatoren beschädigt wurden oder Spuren von Ueberschlägen aufweisen. Die Kenntnis derartiger Stellen ist für die Betriebsführung von großer Bedeutung, weil sie wichtige Erkenntnisse über die Ursachen für auftretende Störungen vermittelt.

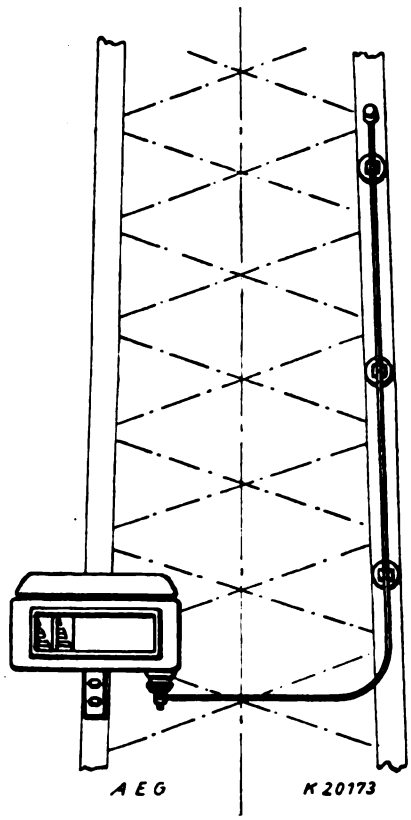


Abb. 1. Einbau des Blitzeinschlag- und Ueberschlag-Anzeigers am Mast.

Diese Erwägungen haben der AEG zur Entwicklung eines Apparates Veranlassung gegeben, der an Freileitungsmaste angebaut wird und alle auftretenden Blitzeinschläge und Ueberschläge an dem Mast anzeigt.

Der Blitzeinschlag- und Ueberschlag-Anzeiger der AEG (Abb. 1) besteht aus dem Anzeigegerät und einer 4 m langen isoliert verlegten Drahtschleife. Seine Wirkungsweise beruht darauf, daß der bei einem Blitzeinschlag oder Isolatorenüberschlag durch den Mast abfließende Strom in der Drahtschleife eine Spannung induziert, die ein Sprengröhrchen zur Explosion bringt. Dadurch wird die mechanische Anzeigevorrichtung betätigt. Diese ist in Form eines Klappensystems auf einer Grundplatte aufgebaut und wird durch einen mit Schaulöchern versehenen Blechkasten abgedeckt. Der Apparat (Abb. 2) wird normal mit sechs Fallklappen geliefert, so daß er in der Lage ist, sechs aufeinanderfolgende Blitzeinschläge oder Ueberschläge anzuzeigen. Jede Fallklappe trägt auf der Rückseite ein Sprengröhrchen. In einfacher Weise wird durch den Aufbau erreicht, daß beim Fallen einer Klappe jeweils das nächste Röhrchen selbsttätig in den Stromkreis eingeschaltet wird. Der Apparat arbeitet ohne fremde Stromquelle. In dem Sprengröhrchen ist der Sprengstoff vollkommen luftdicht abgeschlossen, so daß das Arbeiten des Anzeigers nicht durch Witterungseinflüsse beeinträchtigt wird. Er ist für den Einbau in Hochspannungsleitungen mit Betriebspannungen über 30 kV verwendbar.

Der Anbau erfolgt an einer möglichst gut sichtbaren und zugänglichen Stelle, d. h. zweckmäßig an einem Eckstiel des Mastes, und erfordert keine besonderen Vorbereitungen. Er kann während des Betriebes vorgenommen werden, da der Apparat mit spannungführenden Teilen nicht in Verbindung steht. Das gleiche gilt für das Einsetzen der Sprengröhrchen.

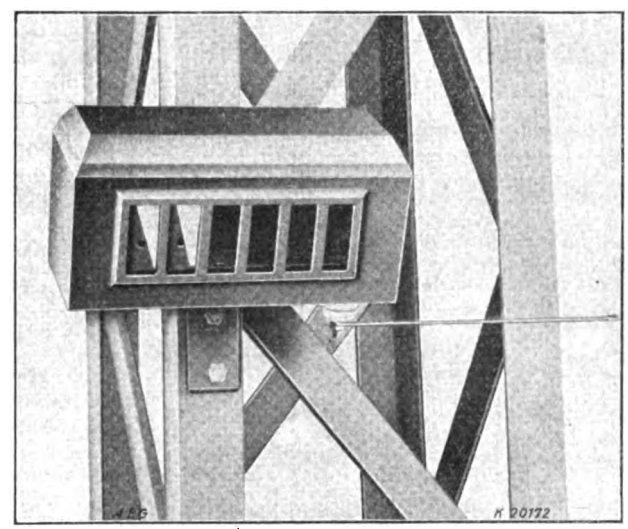


Abb. 2. Blitzeinschlag- und Ueberschlag-Anzeiger.

Der wesentliche Fortschritt des Blitzeinschlag- und Ueberschlag-Anzeigers der AEG besteht darin, daß er zu jeder Zeit die Feststellung der auf den Leitungen aufgetretenen Blitzeinschläge und Ueberschläge vom Boden aus ermöglicht und daß durch die normale Ausführung sechs hintereinander auftretende Blitzeinschläge und Ueberschläge registriert werden. (Darüber hinaus kann der Apparat auch mit jeder gewünschten Klappenzahl geliefert werden.) Mit seinem Einbau ist eine außerordentliche Vereinfachung der Ueberwachungsdienstes insofern verbunden, als dadurch das zeitraubende Besteigen der Maste vermieden wird. Die angezeigten Blitzeinschläge und Ueberschläge sind aus größeren Entfernungen noch deutlich erkennbar, so daß es sich im allgemeinen erübrigt, bei der Leitungskontrolle bis an die Maste heranzugehen. Die durch den Anzeiger vermittelte Kenntnis von Stellen, an denen sonst unkenntliche oder spurlose Blitzeinschläge und Ueberschläge auftreten, wie sie namentlich in kompensierten Netzen mit kleinem Reststrom vorkommen, gibt das Mittel, ihren Ursachen nachzugehen und Störungsfälle zu verhüten.

Digitized by Google

An die Inserenten!

Es gelangen immer wieder Beschwerden an uns, daß die in Ziffer-Anzeigen verlangten Zeugnisse, Lichtbilder und Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. den Einsendern entweder gar nicht oder erst nach wiederholter Reklamation und oft ohne Angabe der Chiffre der betr. Anzeige wieder zugehen. Da es ohne Frage Pflicht der Inserenten ist, die den Angeboten auf Verlangen beigefügten Anlagen zurückzugeben, so richten wir hiermit an die Inserenten der Zeitschrift das dringende Ersuchen, solche Anlagen stets tunlichst bald kostenfrei und ohne nochmalige Aufforderung seitens der Einsender unmittelbar an letztere unter Angabe der betr. Anzeigen-Chiffre zurückzusenden.

Verlag und Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift"
BERLIN W 9, Linkstraße 23/25

Elektro-Ing.

22 J., 3½ J. Werkstattpraxis mit Gesellenprüfung, Abs. Ingenieurschule Mittweida i. Sa. „gut", sucht Anfangsstellung. Offerten unter **E. 3242** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing.

T. H. Hannover „Sehr gut" (Schwachstrom), 24 Jahre, ledig, sucht Anfangsstellung. Besondere math.-theoretische sowie experimentelle Befähigung. Gewandtes, sicheres Auftreten. Englisch, französisch, spanisch perfekt. Führerschein 1 u. 3 b. Gefl. Zuschr. u. **E. 3243** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Elektromeister

37 Jahre alt, Südd., mit langj. Praxis i. Stark- u. Schwachstromanlagen sowie Kühlanlag., verfügt über langjährige Zeugnisse von ersten Firmen, sucht Dauerstellung, in Elektrizitätswerk, Klinik oder Sanatorium. — Besitzt Führersch. 3 b. Kaution kann gestellt werden.

Angebot u. **E. 3235** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Technischer Physiker

Dr.-Ing., mit sehr guten Zeugnissen und Referenzen, sucht nach 5jähriger Tätigkeit im In- und Auslande neuen Wirkungskreis. Sehr gute Sprachkenntnisse in spanisch, englisch u. französisch. Angebote unter **E. 3234** a. d. Anz.-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektro-Ing.

27 J., Führersch. 1 u. 3b, z. Z. als

Revisionsbeamter

b. Genossenschaftsverband tätig, sucht Stellung. Ang. u. **E. 3241** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Installationsmaterial, Installationsselbst- und Motorschutzschalter

Selbständiger **Ing.-Konstrukteur**, 25 J., mehrj. Konstruktionstätigkeit in ersten Firmen, im Labor, Betrieb und in Patentsachen umfassende Kenntnisse, vorwärtsstrebend u. zielbewußt, mit reicher Erfahrung, sucht neuen Wirkungskreis (auch Ausland). — Gefl. Zuschriften unter **E. 3239** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zählerfachmann

m. 20j. Pr., vertr. m. neuzeitl. Arbeitsmeth. i. Umbau, Reparat., Eichung von Zählern, Instrum., Relais u. Uhren j. Art, firm i. d. Hochsp.-Meßtechnik f. Wirk-, Blind- u. Summenzählg., sucht selbst. Wirkungskreis. Führerschein 3b vorh. Ang. u. **E. 3236** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektro-Ing.

T. H., 33, ledig, großes Akquisitionstalent, reiche Erfahrung in Hoch- u. Niederspannungsanlagen, nur bei Weltfirmen tätig gewesen, sucht ausbaufähigen Wirkungskreis. Angebote unter **E. 3238** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung

Führendes Großunternehmen der Fernmeldetechnik sucht

ersten Konstrukteur

für Marine-Fernsprech- und Signal-Gerät.

Es kommen nur Spezialisten in Betracht, die in der Lage sind, hervorragende Eignung und langjährige Spezialerfahrungen nachzuweisen. Angebote mit kurzer Bildungsgangangabe, Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen unter **E. 3237** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Die Stelle des

Generaldirektors der Städtischen Werke

(Wasser-, Gas- u. Elektrizitätswerke, angegliedert die Wasserwerksgesellschaft Mannheim m. b. H.) ist in nächster Zeit neu zu besetzen.

Bewerber mit abgeschlossener Bildung auf einer deutschen technischen Hochschule und mit reichen Erfahrungen, möglichst in allen 3 obigen Fächern, wollen ihre Gesuche mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen bis spätestens

Sonnabend, den 29. April ds. Js.

an **Generaldirektor Pichler, Städt. Werke Mannheim,** einreichen. [3232]

Mannheim, den 20. März 1933.

Die Direktion der Städt. Werke.

Beteiligung.

Tüchtigem zielbewußt. El.-Masch.-Verk.-Ing., gut. Kaufm., m. langj. Erfahrung. u. Kundenstamm wird Gelegenh. geboten, an kleinerer schuldenfr. Berliner El.-Masch.-Fabrik sich mit ca. Mk. 10000 als alleiniger Mitinhaber zu beteiligen. Ausf. Bewerb. u. **E. 3233** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Jung. Ing. gesucht

ev.-luth., mögl. unverh., als Alleining. v. Fbk. f. Kleintransformatoren bis 15 kVA, Relais, Magnete, Schalter, Automaten usw., muß prakt. gel. haben, Berechnungen, Messungen und Arbeitseinteilung selbst. leit. u. den techn. Betrieb v. ca. 25 Leuten bevorstehen können. Es wollen sich nur Herren melden, welche nach dem Studium bereits in solchen Betrieben tätig waren.

Offerten u. **E. 3231** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Eine Fülle von Angeboten

sollen Stellenanzeigen bringen, denn nur, wenn reichlich Material eingeht, ist die notwendige Auswahl möglich. Darum gehören Ausschreibungen und Gesuche aus der Elektrofachindustrie nur in die ETZ; hier ist ihnen der größtmögliche Erfolg gesichert

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 6. April 1933** **Heft 14**

Eine neue Synchronisiereinrichtung für Hand- und selbsttätigen Betrieb.

Von **H. Heyne**, Dresden.

Übersicht. Es wird eine neuartige elektrostatische Synchronisiereinrichtung mit Lichtzeiger für Hochspannungsnetze beschrieben. Diese kann in einfacher Weise kapazitiv angekoppelt werden, besitzt einen sehr geringen Eigenverbrauch und liefert einwandfreie Angaben über Phasenlage, Frequenz und Spannungsgleichheit der zu synchronisierenden Netze. Besonders eignet sie sich zum Einbau in neuzeitliche Leuchtbild-Schalttafeln. Mittels eines mit Photozelle arbeitenden Relaiszusatzes kann die Einrichtung weiter zum selbsttätigen Einlegen des Netzkupplungschalters für Schnell- und Langsamsynchronisierung ausgestattet werden.

In Hoch- und Höchstspannungsnetzen ist die Möglichkeit zum Synchronisieren verschiedener Leitungsstränge äußerst erwünscht, aber nur unter erheblichen Kosten durchführbar. vor allem wenn die zum Anschluß der bisher üblichen Synchronisiereinrichtungen notwendigen Wandler nicht zur Verfügung stehen. Es wurde daher an mehreren Stellen an der Entwicklung einer Synchronisiereinrichtung gearbeitet, die man anstatt der zwar zuverlässigen, aber relativ teuren induktiven Kopplung an die Netze mittels der billigen kapazitiven Kopplung anschließen könnte.

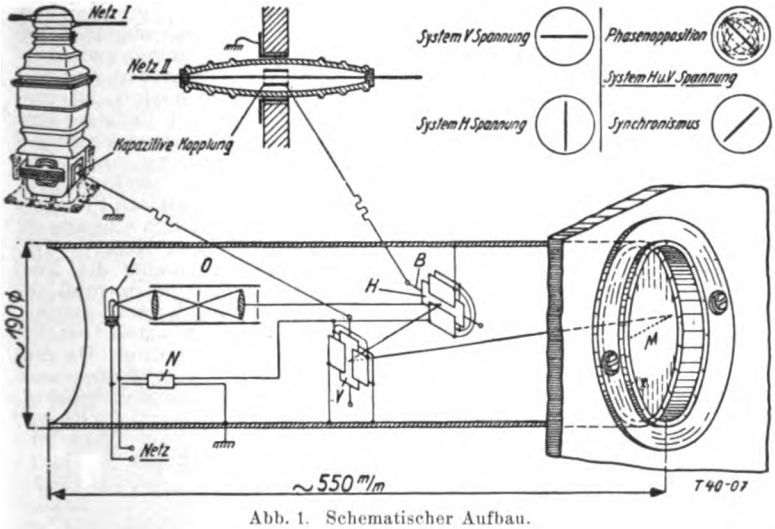


Abb. 1. Schematischer Aufbau.

Im folgenden soll die von Sterzel angegebene und in den Laboratorien der Koch & Sterzel AG. entwickelte, dem praktischen Betriebe in jeder Weise nachkommende Apparatur beschrieben werden. Nach diesem System ausgeführte Synchronisiereinrichtungen sind bereits über 2 Jahre ohne Störung im Betrieb.

Außer der Forderung höchster Genauigkeit hinsichtlich der Anzeige des Synchronismus wurde besonderer Wert auf möglichst kleinen Eigenverbrauch gelegt. Je geringer der Eigenverbrauch, desto kleiner die Kapazität und demzufolge geringer der Preis des Anschlußkondensators.

Auf der anderen Seite ist aber nur zu gut bekannt, daß die störenden Einflüsse durch Inkonstanz der Kapazität oder durch Fremdfelder um so mehr überhand nehmen, je loser die Kopplung bzw. je kleiner die Anschlußkapazität ist. Aus diesem Grunde wurde bei dieser Synchronisiereinrichtung von vornherein die Frequenz herangezogen, so daß also die Anzeige des Synchronismus praktisch unabhängig von etwaigen Veränderungen der Größe der Anschlußkapazität usw. ist.

Wenn man das vorliegende Instrument der Wirkungsweise nach einordnen wollte, so müßte man es wohl als statisches Resonanz-Vibrationsgalvanometer bezeichnen. In Abb. 1 ist dieses Instrument schematisch dargestellt. Von einer Lichtquelle *L* geht mittels eines optischen Systems *O* ein dünnes, paralleles Lichtbündel aus. Es trifft auf ein um eine horizontale Achse schwingbar angeordnetes Spiegelchen *H*. Von da wird es auf ein gleiches, jedoch um eine vertikale Achse schwingbares Spiegelchen *V* reflektiert und von da auf die Mattscheibe *M*. Die Spiegelchen sind mittels Torsionsfäden bzw. -bändern zwischen 4 Elektroden ausgespannt. Die praktische Ausführung dieser Schwingsysteme geht aus Abb. 2 hervor. Die 4 Plattenelektroden jedes Spiegelsystems sind kreuzweise elektrisch miteinander verbunden, u. zw. ein Paar mit der Gehäuseerde, das andere Paar mit dem positiven Pol einer Gleichspannungsquelle, deren negativer Pol an die Gehäuseerde gelegt ist. Als Gleichspannungsquelle dient ein in das Instrument eingebauter Netzgleichrichter (*N*). Um Störungen infolge Durchbrennens von Heizfäden usw. zu vermeiden, wurde eine Glimmgleichrichter-Röhre verwendet. Hierzu können auch Trockengleichrichter benutzt werden.

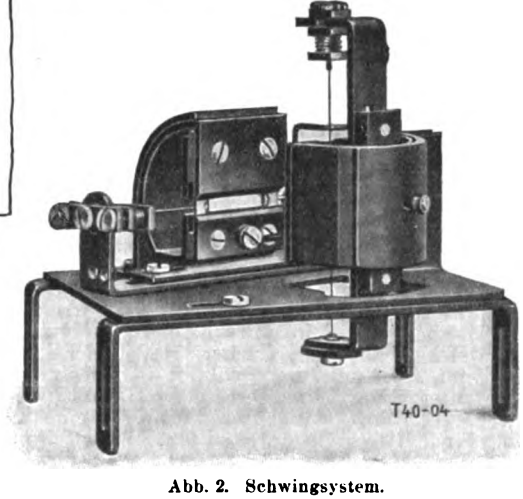


Abb. 2. Schwingsystem.

Je 2 nebeneinander liegende Plattenelektroden haben also eine positive und negative Vorspannung. Wird nun dem Torsionsfaden und damit der aufmontierten Aluminiumfolie eine Wechselspannung zugeführt, so wird das Spiegelchen zwischen den Elektroden im Takte dieser Wechselspannung schwingen. Selbstverständlich kann umgekehrt die Gleichspannung an die Spiegelchen und die Wechselspannung an die Elektroden gelegt werden.

Angenommen, es wird nach Abb. 1 nur dem Spiegelchen *H* eine Wechselspannung zugeführt, während das Spiegelchen *V* spannungslos bleibt, so wird also lediglich das Spiegelchen *H* schwingen und auf der Mattscheibe einen vertikalen Lichtstrich erzeugen. Wenn umgekehrt

Digitized by Google

das Spiegelchen *H* spannungslos bleibt und lediglich dem Spiegelchen *V* Wechselspannung zugeführt wird, so wird auf der Mattscheibe ein horizontaler Lichtstrich sichtbar.

Werden beide Spiegelchen an die gleiche Wechselspannungsquelle gelegt, so zeigt sich als Resultierende der beiden Lichtstriche eine um 45 ° geneigte Gerade auf der Mattscheibe. Hieraus kann nun rückwärts der Schluß gezogen werden, daß, wenn die 2 Spiegelchen zu gleicher Zeit an verschiedene Wechselspannungsquellen angeschlossen werden, nur dann Synchronismus vorhanden ist, wenn sich eben die erwähnte um 45 ° geneigte Gerade einstellt.

Ist kein Synchronismus vorhanden, so bilden sich auf der Mattscheibe die bekannten Lissajousschen Figuren. Aus diesen kann ohne weiteres erkannt werden, ob

1. die Phasenlage,
2. die Frequenz,
3. die Spannung gleich ist und
4. das hinzuzuschaltende Netz eine zu hohe oder zu niedrige Frequenz besitzt. Beispielsweise bilden sich bei gleicher Frequenz aber ungleicher Phasenlage zwischen den zu synchronisierenden Netzen auf der Mattscheibe ruhende Figuren aus. Diese gehen bei gleicher Phasenlage und gleicher Frequenz in einen geraden Strich über. Dieser gerade Strich ist also das Zeichen für gleiche Phasenlage und gleiche Frequenz. Zum Synchronisieren fehlt jedoch noch das Kennzeichen gleicher Spannung. Hierzu muß dieser gerade Strich zwischen 2 auf der Mattscheibe angebrachten Visierlinien liegen. Bildet der gerade Leuchtstrich mit diesen Visierlinien einen Winkel, so ist die Spannung des hinzuzuschaltenden Netzes gemäß den Angaben auf dem Instrumentenrand zu hoch oder zu tief.

Zwecks besserer Anpassung an die übliche Markierung des Schaltbildes auf den Schalttafeln ist dieser gerade Leuchtstrich für Synchronismus nicht um 45 ° geneigt, wie eben beschrieben, sondern senkrecht, was durch eine einfache Drehung des gesamten Instrumentes um 45 ° erreicht ist. Bei Phasenopposition ergibt sich dann ein um 90 ° gegenüber der Anzeige für Synchronismus verdrehter gerader, horizontaler Lichtstrich.

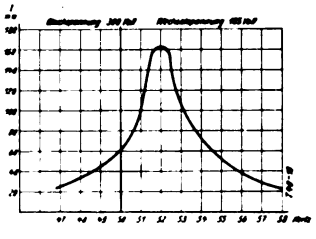


Abb. 3. Resonanzkurve eines Spiegelsystems.

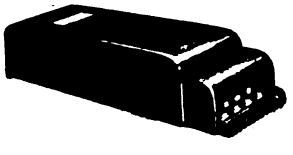


Abb. 4 Abgleichkasten

Um einerseits erkennen zu können, ob das hinzuzuschaltende Netz zu hohe oder zu niedrige Periodenzahl besitzt und anderseits ein Maximum an Ausschlagslänge *l* des Schwingspiegelchens und damit des Lichtstriches zu erreichen, wurde das schwingende Spiegelsystem so ausgebildet, daß seine mechanische Eigenschwingung praktisch in Resonanz liegt mit der elektrischen Schwingung des Netzes. Durch die mechanische Resonanzabstimmung der Schwingspiegelsysteme auf die Grundfrequenz des Netzes ist gleichzeitig in einfachster Weise ein Problem gelöst, welches bei allen solchen Meßeinrichtungen mit kapazitivem Anschluß die größten Schwierigkeiten zu bereiten pflegt: die Eliminierung der Oberschwingungseinflüsse. In Abb. 3 ist die Resonanzkurve eines Spiegelsystems für 50 Per/s wiedergegeben. Durch geeignete Materialwahl und geeignete Lagerung des schwingenden Systems ist es gelungen, das Schwingsystem derart auszubilden, daß die Resonanzkurve praktisch konstant bleibt.

Die beiden Schwingspiegelchen besitzen gleiche Resonanzkurven. Diese haben jedoch wie aus Abb. 3 ersichtlich, ihr Maximum nicht genau bei 50 Per/s, sondern bei ein wenig höherer Frequenz. Dadurch ist es, wie bereits vorher erwähnt, möglich, daß man aus den Figuren auf der Mattscheibe erkennen kann, ob das hinzuzuschaltende Netz eine zu niedrige oder zu hohe Frequenz besitzt. Wie eine einfache Überlegung zeigt, bilden sich in diesen Fällen auf der Mattscheibe einmal kleine nach links geneigte Ellipsen und das andere Mal (also bei zu hoher Frequenz) größere nach rechts geneigte Ellipsen aus. Je nachdem, wie sich die Ellipsen neigen, weisen sie hierdurch auf die Angaben auf dem Instrumentenrand „zu niedrig" und „zu hoch" hin.

Die Wechselspannung an den Schwingspiegelchen beträgt nur etwa 100 V gegenüber anderen statischen Synchronisiereinrichtungen, die mehrere hundert oder sogar mehrere tausend Volt benötigen. Den Spiegeln kann ohne weiteres bis über 1000 V der Arbeitspannung zugeführt werden, ohne daß sie Schaden erleiden.

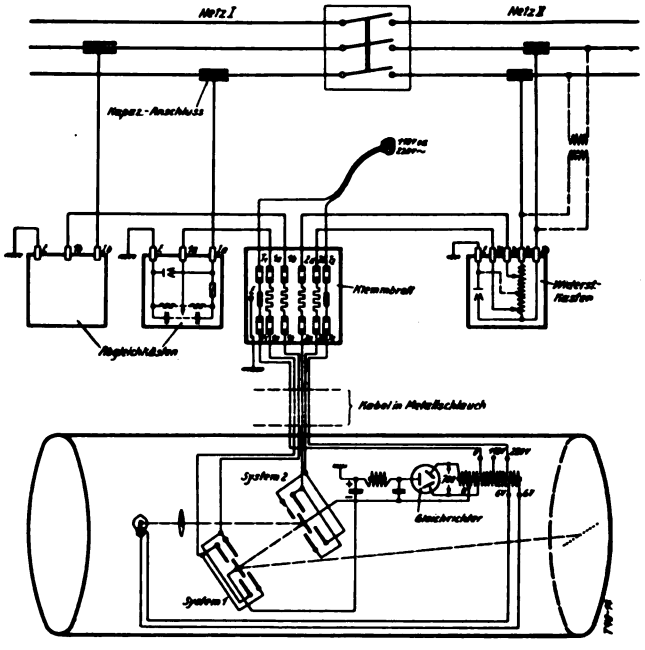


Abb. 5. Schaltplan zum Synchronoskop.

Die 2 Schwingspiegelchen schwingen im gleichen Takte wie die Wechselspannung in den zugehörigen Netzen. In den Fällen, wo nun die Zuleitungen zwischen den beiden Netzankopplungen und Synchronoskop wesentlich in der Länge voneinander verschieden sind, ist damit zu rechnen, daß in diesen Zuleitungen infolge der Längendifferenz verschieden große Phasenverschiebungen auftreten. Dies hätte zur Folge, daß zwischen den Schwingungen eines Spiegels und den elektrischen Schwingungen des zugehörigen Netzes eine andere Phasenverschiebung herrscht als zwischen den Schwingungen des zweiten Spiegels und dem zugehörigen Netz. Um diesen Fehler auszugleichen, müssen entweder die Zuleitungen völlig gleich gewählt werden, oder es muß in eine oder beide Zuleitungen ein Abgleichkasten gemäß Abb. 4 eingeschaltet werden. Der Abgleichkasten besteht im wesentlichen aus einem ohmschen Widerstand. Da die Ankopplungen für das Synchronoskop meistens zwischen 2 Phasen vorgenommen werden, um dadurch zu erreichen, daß auch in Erdschlußfällen die Synchronisiereinrichtung benutzt werden kann, ergibt sich für den Abgleichkasten eine Schaltung, wie sie in Abb. 5 dargestellt ist. Dadurch daß der mittlere Abgriff des Widerstandes vom Abgleichkasten geerdet ist, bilden die beiden Spannungen zwischen diesem Abgriff und den beiden Enden des Widerstandes einen Winkel von 120 °. Dadurch wird erreicht, daß bei geeigneter Wahl der mittleren Abgriffe die Spannungen für die Schwingungspiegelchen sowohl nach Höhe als auch nach Phasenlage bei der Inbetriebsetzung genügend geändert werden können.

Das Abgleichen ist übrigens in äußerst kurzer Zeit vorgenommen und gestaltet sich sehr einfach. Die Ankopplungstellen der beiden zu synchronisierenden Netze werden unter Spannung gesetzt, u. zw. herrührend von ein und derselben Spannungsquelle. Sind die Zuleitungen zwischen Ankopplungstelle und Synchronoskop gleich lang, müßte sich also der oben beschriebene vertikale Leuchtstrich einstellen. Ist dies nicht der Fall, sondern stellen sich ruhende Ellipsen, also das Zeichen für Phasenverschiebung ein, so werden die Abgriffe des Abgleichwiderstandes einfach so lange verschoben, bis die Ellipsen in einen geraden vertikalen Leuchtstrich übergehen. Dieses Verschieben der Abgriffe kann übrigens unter Spannung vorgenommen werden, so daß das ganze Abgleichen, das ja nur einmalig vorgenommen wird, nur wenige Minuten beansprucht.

Für die Abgleichkästen wird eine Reihe kleiner Dralowid-Teilwiderstände verwendet. Zur erhöhten Spannungsicherheit sind die Eingangsklemmen der Abgleich-

Digitized by Google

kästen durch Grobsicherungen in Form von Zackenfunkenstrecken gesichert, während in den Ableitungssträngen der Abgriffe noch Feinschmelzsicherungen vorgesehen sind!

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß auch an Wandler angeschlossen werden kann.

Die Einrichtung ist nach einem weiteren Vorschlag von Sterzel auch für selbsttätigen Betrieb durchgebildet werden, bei dem das Einlegen des Kupplungschalters selbständig von der Synchronisiereinrichtung geschieht. Aus dem sich bei Synchronismus einstellenden vertikalen Leuchtstrich wird ein kleines Mittelstück durch einen länglichen Spiegel aufgefangen und über einen Schlitz auf eine Photozelle geworfen. Die Photozelle ist über Verstärkerröhre und Relais nach Abb. 6 geschaltet, in

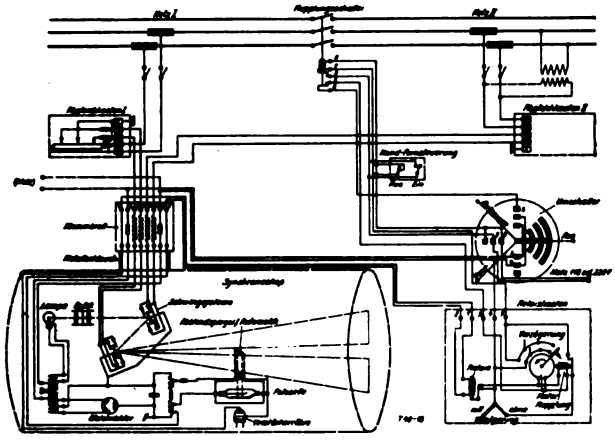


Abb. 6. Schaltplan zum Synchronoskop mit Photozelle für selbsttätigen Betrieb.

der auch ein vollständiges Schaltbild für beiderseitige kapazitive Ankopplung unter Zwischenschaltung von Abgleichkästen skizziert ist. Bezüglich der Automatik ist die Schaltung so gewählt, daß der Mechanismus erst dann in Tätigkeit tritt, wenn der volle Schlitz der Photozelle beleuchet wird, d. h. wenn der gerade Leuchtstrich vorhanden ist bzw. Synchronismus herrscht. Während der übrigen Betriebszustände werden Teile von den sich einstellenden Leuchtfiguren den Schlitz der Photozelle auch überschneiden. Diese Leuchtstärken reichen jedoch auf Grund der gewählten Schaltung keinesfalls zu, um den Mechanismus in Tätigkeit zu setzen.

Bei dem selbsttätigen Betrieb ist weiterhin sogenannte Schnellsynchronisierung und Langsamsynchronisierung vorgesehen. Diese beiden Betriebszustände werden durch Umlegen eines kleinen Hebelschalters hergestellt. Bei Schnellsynchronisierung, die vornehmlich in Gefahrfällen benutzt wird, wird der erste sich einstellende Augenblick des Synchronismus benutzt, um die beiden Netze zusammenzuschalten. Bei Langsamsychronisierung findet das Einschalten des Kupplungschalters erst dann statt, wenn die Maschinen der beiden zu synchronisierenden Netze schon eine Zeit synchron laufen und nicht schon, wie bei Schnellsynchronisierung, beim ersten kurzen Synchronmoment. Diese Zeit ist mittels eines kleinen Drehknopfes einstellbar von 0,5 ··· 3 s. Besonders im Hinblick auf die noch weiter unten näher beschriebene hohe Genauigkeit des Instrumentes in bezug auf die Anzeige des Synchronismus können hiermit leicht die infolge der verschiedenen Eigenzeiten der Schalter sich oft einstellenden Ausgleichströme vermieden werden.

Die zusätzlichen Einrichtungen, die für den selbsttätigen Betrieb gegenüber dem Handbetrieb benötigt werden, sind im wesentlichen — mit Ausnahme eines kleinen Relaiskastens, der an beliebiger Stelle montiert werden kann — in das normale Synchronoskop mit eingebaut. Dieses wird entweder nach Abb. 7 geliefert in horizontaler Ausführung, geeignet für Schalttafeleinbau mit normalem Frontringdurchmesser oder in vertikal drehbarer Ausführung, wie in Abb. 8 dargestellt.

Der Gesamtplan ist in Abb. 6 dargestellt. Die Einrichtung setzt sich also im wesentlichen zusammen aus:

1. dem Synchronoskop,
2. den Abgleichkästen,
3. dem Relaiskasten,
4. dem Hauptschalter.

Da die Spannung zwischen kapazitivem Anschluß und den Abgleichkästen immerhin etwa 1000 V betragen kann, je nach Größe der Anschlußkapazität und des Ohmwertes des Abgleichkastens, empfiehlt es sich, die Abgleichkästen möglichst in die Nähe der kapazitiven Anschlüsse zu bringen. Die Verbindung zwischen Abgleichkästen und Synchronoskop besitzt eine Spannung von rd. 100 V. In diese Stränge werden außer den erwähnten Feinschmelzsicherungen zum weiteren Schutz in das Klemmbrett des Synchronoskops Hochohmwiderstände eingebaut. Das Synchronoskop selbst wird selbstverständlich dort montiert, wo das Synchronisieren vorgenommen wird, d. h. also in der Schaltwarte, ebenso der Relaiskasten mit der Umschaltung für Schnell- und Langsamsynchronisierung, der Drehkopf für die Zeiteinstellung bei Langsamsynchronisierung und der Drehschalter. Er hat 3 Stellungen:

1. Die „Aus"-Stellung,
2. die Stellung für Handsynchronisierung, d. h. also Einlegen des Ölschalters mittels vom Schaltwärter zu bedienenden Druckknopfes, und
3. die Stellung für selbsttätige Synchronisierung, wobei das Einlegen des Schalters selbsttätig stattfindet.

Das Zusammenarbeiten der Einzelteile geht wie folgt vor sich:

Durch Drehen des Hauptschalters auf die Stellung für Hand- oder selbsttätige Synchronisierung leuchtet die Projektionslampe am Synchronoskop auf, das Gleichrichtergerät tritt in Funktion und gibt den Elektroden der Schwingsysteme entsprechende Gleichspannung. Weiterhin wird bei selbsttätiger Synchronisierung die Verstärkerröhre eingeschaltet und den verschiedenen Relais Spannung zugeführt. Die Wechselspannung der zu synchronisierenden Netze liegt über die Kopplungskapazitäten und Abgleichkasten entweder dauernd am Synchronoskop oder wird mittels zwischen Kopplungskapazität und Abgleichkasten vorgesehenen Trennschalters jeweils beim Synchronisieren angeschaltet. Auf der Mattscheibe werden sich also nun entsprechend dem jeweiligen Zustande in Netz *I* und Netz *II* Leuchtfiguren abbilden. Bei Handsynchronisierung wird der Druckknopf für den Kupplungschalter betätigt, sobald sich der vertikale Lichtstrich einstellt. Bei selbsttätiger Synchronisierung geschieht das Einlegen des Kupplungschalters selbständig durch Zwischenschalten der Photozelle derart, daß aus dem sich bei Synchronismus auf der Mattscheibe einstellenden geraden Lichtstrich mittels eines kleinen parallel zu diesem Lichtstrich angeordneten länglichen Spiegels ein Teil aus dem Leuchtband abgeblendet wird und auf einen entsprechend länglich gestalteten Blendenschlitz vor der Photozelle geworfen wird. Nur dann, wenn letzterer voll ausgeleuchtet wird, gibt die Photozelle einen genügend starken Photostrom, um beispielsweise dem Gitter einer

Abb. 7 Synchronoskop für Schalttafeleinbau.

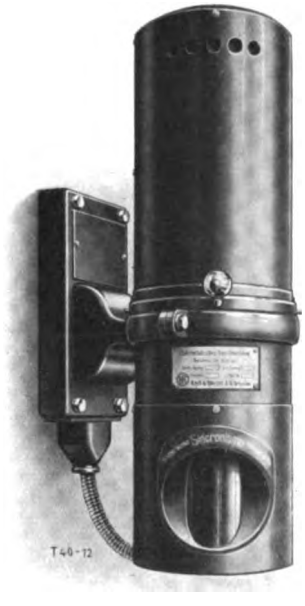


Abb. 8. Synchronoskop, drehbare Ausführung.

Digitized by Google

Verstärkerröhre mit möglichst großer Steilheit eine derartige Vorspannung zu geben, daß ein Anodenstrom fließen kann, der stark genug ist, um ein Relais im Relaiskasten zu betätigen. Die Photozelle und die Verstärkerröhre sind derart abgeglichen, daß Netzschwankungen von etwa ± 15 % auf die Arbeitsweise keinerlei Einfluß haben. Das eben erwähnte Relais schaltet einen kleinen Synchronmotor ein. Der Synchronmotor treibt ein angebautes Getriebe, das seinerseits nach einstellbarer Zeit den Kontakt für den Antrieb des Kupplungschalters betätigt. Wie aus dem Schaltbild hervorgeht, besitzt der Synchronmotor noch eine elektrische Kupplung. Diese hat den Zweck, den Schaltmechanismus, der vom Synchronmotor betätigt wird, nach vollendetem Synchronisiervorgang jeweils sofort in die Nullstellung zurückzuführen. Zu diesem Zwecke wird der Stromkreis der elektrischen Kupplung in dem Moment unterbrochen, wenn der Kupplungschalter eingelegt ist. Dies wird bewerkstelligt durch direkt im Kupplungschalter eingebaute Signalkontakte. Ein weiterer im Kupplungschalter eingebauter Kontakt sorgt dafür, daß der Schaltmechanismus am Synchronmotor überbrückt wird, der Schalter also auch in der eingelegten Stellung verbleibt, nachdem die gesamte Synchronisiereinrichtung wieder abgeschaltet ist.

Den Einbau in eine neuzeitliche Leuchtbild-Schalttafel (Fabrikat BBC) zeigt Abb. 9.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die beschriebene Synchronisiereinrichtung auf Grund ihres minimalen Leistungsverbrauches an Netze kapazitiv gekuppelt werden kann. Dabei liefert die Einrichtung einwandfreie Angaben über Phasenlage, Frequenz, Spannungsgleichheit und gibt weiter an, welche Vorkehrungen getroffen werden müssen, um zum Synchronismus zu gelangen. Die Angaben für den Synchronismus sind exakt bzw. die Betriebszustände kurz vor und nach dem Synchronismus scharf unterschieden. Dies beruht darauf, daß einerseits das menschliche Auge bereits geringe Abweichungen des Lichtbandes von einer Geraden deutlich wahrnimmt und anderseits die Formänderung des Lichtbandes beim Durchgang durch die Synchronismusstellung — im Gegensatz zu anderen Synchronisiereinrichtungen — nach dem Kosinusgesetz stattfindet.

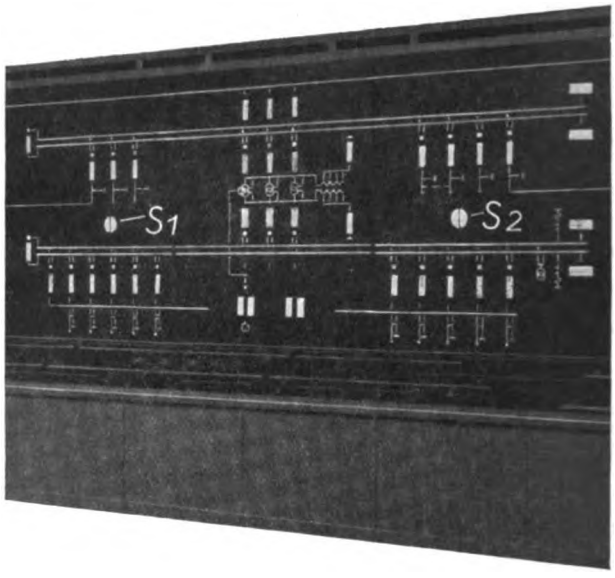


Abb. 9. Einbau der Synchronoskope in eine Leuchtbild-Schalttafel

Die Konstruktion des Instrumentes ist derart kräftig, daß es Transport- und Montagebeanspruchungen ohne weiteres gewachsen ist.

Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Schnellreserve.

Einfluß auf die elektrischen Betriebsverhältnisse von Kraftwerken.

Von Dr. H. Nölle, Stettin.

Übersicht. Nach einem kurzen Hinweis auf die Bedeutung des Unterdrehzahlbetriebes von Turbogeneratoren bzw. des Untertemperatur-Betriebes von Dampfkesseln in Schnellreserve sowie Angabe des Schrifttums wird die Frage untersucht, welchen Einfluß das Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Schnellreserve auf die elektrischen Verhältnisse ausübt und welche Gesichtspunkte bei einer allgemeineren Anwendung zu beachten sind.

Das Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren in Sparschaltung oder Doppelsparschaltung[1] hat durch das im letzten Jahr entwickelte Untertemperatur-Verfahren von Dampfkesseln in Sparschaltung als Schnellreserve[2] eine wertvolle Ergänzung und Erweiterung erfahren[3].

Die Anwendungsmöglichkeit dieser Rationalisierung des Leerlaufes der gesamten Kraftwerks-Einrichtungen ist sehr weitgehend und erscheint zugleich dazu berufen, jede andere Art der Großkraft-Speicherung zu ersetzen. Es ist deshalb an dieser Stelle von Wert, die Frage zu untersuchen, welchen Einfluß das Unterdrehzahl-Verfahren von Turbogeneratoren auf die Betriebsweise der elektrischen Einheiten, Übertragungsleitungen u. dgl., auf deren Stabilitätsverhältnisse usw. ausüben kann. Anschließend kann geprüft werden, inwieweit das Ergebnis sowie die in der Großkraftwerk Stettin AG. seit 4½ Jahren gesammelten Betriebserfahrungen geeignet erscheinen, auf die bisher übliche Reservehaltung von Kraftwerkseinheiten in anderen Kraftwerken und Stromversorgungsgebieten befruchtend einzuwirken.

Die Beurteilung ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Tendenz der Reservehaltung mittels Unterdrehzahlbetriebs von Turbogeneratoren geht dahin, alle jeweils entbehrlichen Maschinen vom Netz abzuschalten, dafür alle benötigten Maschinen möglichst voll zu belasten, gleich „Wenig-Maschinenbetrieb". Folgende Zusammenhänge sind zu berücksichtigen[4]:

Oberste Richtlinie ist, die Stabilität des Parallelbetriebes der Turbogeneratoren hoch zu halten. Die Stabilität ist eine Funktion des synchronisierenden Momentes; dieses steigt proportional mit dem Produkt der induzierten EMK E und der Klemmenspannung U. Die induzierte EMK steigt wiederum angenähert proportional mit der Erregung. Die Formel

$$M = \frac{m}{2\pi n} \frac{E\,U}{Z} \cos\beta\,\Delta\beta = F\,E\,U$$

enthält die 2 Hauptfaktoren E und U (m Phasenzahl, E induzierte EMK, U Klemmenspannung, $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$ innerer Widerstand des Generators, β Winkel zwischen E und U).

Da die Klemmenspannung im Normalbetrieb annähernd konstant gehalten wird, so ist das synchronisierende Moment annähernd proportional der induzierten EMK E oder proportional der Erregung. Das synchronisierende Moment steigt deshalb bei induktiver Belastung und fällt bei kapazitiver Belastung. Bei Kurzschlüssen ist auch die Klemmenspannung nicht mehr konstant infolge des Einflusses der Ankerrückwirkung. Mit der Änderung des Produktes aus Klemmenspannung und EMK ändert sich dann das synchronisierende Moment. Der Einfluß von β und $\Delta\beta$ kann zunächst unberücksichtigt bleiben.

Die Stabilität wird im Kurzschlußfalle außerdem maßgeblich beeinflußt von der Verschiedenheit der synchronisierenden Momente der parallel arbeitenden Maschinen und von der Verschiedenheit ihrer kinetischen Energien. Je geringer die Unterschiede hinsichtlich dieser beiden Faktoren sind, desto günstiger ist es für die Stabilität des Parallelbetriebes. Aus obigem folgt

[1] Nölle, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 284 (1931); derselbe, Niederschrift Maschinentechn. Ausschuß d. V. d. E. W. Halle, 23. IV. 1931; ders., Elektr.-Wirtsch. 1933, erscheint demnächst.

[2] Nölle, Feuerungstechn. Tagg. Bln. 1932; Wärme Bd. 55, S. 791; ders., Mitt. Ver. Großkesselbes. H. 41 (1933).

[3] Die Leerlaufverbräuche sind a) bei Turbogeneratoren auf $^1/_{10}$, b) bei Speisepumpen auf $^1/_{20} \cdots ^1/_{30}$, c) bei Dampfkesseln auf $^1/_8$ des bisher üblichen Leerverbrauches gesunken. Die Hochfahrzeiten betragen bei a) 60 s, bei b) 5 s und bei c) 90 s.

[4] Rüdenberg, ETZ 1929, S. 970. Nölle, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 284 (1931). Frensdorf, Kühn, Mayer, Peters, ETZ 1931, S. 791, 1185, 1215, 1270, 1349, 1382, 1509, 1549, 1565.

Digitized by Google

1. die Notwendigkeit, in erster Linie für Hochhaltung der Klemmenspannung und EMK besonders in Kurzschlußfällen Sorge zu tragen. Hierdurch wird das Intrittbleiben aller Netzmotoren, Umformer usw. sichergestellt,

2. ist für möglichst verhältnisgleiche Erregungszustände aller Maschinen zu sorgen,

3. sind gut abgestimmte Charakteristiken der Turbinenregler sowie

4. eine möglichst anteilgleiche Wirkbelastung aller Maschinen der Stabilität förderlich.

Bei Laststößen können dann alle Maschinen in gleicher Weise in beiden Richtungen anteilig beeinflußt werden. Inwieweit sich dies mit den übrigen Betriebsbedingungen vereinbaren läßt, ist eine Sonderfrage.

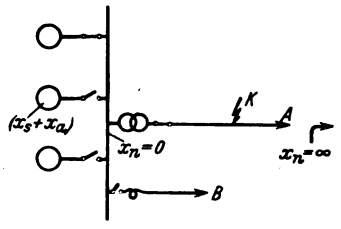


Abb. 1. Vereinfachtes Netzbild.

5. Eine 5. Forderung lautet auf möglichst hohe Kurzschlußleistung auch bei Schwachlast mit Rücksicht auf den Selektivschutz. Diese Forderung deckt sich in doppeltem Sinne mit dem Wunsche nach hoher Klemmenspannung.

α) Diese ist gleichbedeutend mit hohen Kurzschlußströmen und fördert das sichere Ansprechen des Selektivschutzes, auch bei Schwachlast des Netzbetriebes.

β) Sicheres und schnelles Abschalten des kranken Netzteiles sorgt für möglichst kurzzeitige Spannungsabsenkung und erleichtert damit das Intrittbleiben der Netz- und Eigenbedarfsmotoren und vor allem der Generatoren selbst.

Es bleibt zu prüfen, durch welche der beiden nachstehenden Methoden den obigen 5 Forderungen am meisten entsprochen wird:

a) Durch den Wenig-Maschinenbetrieb, d. h. nur die unbedingt erforderlichen Maschinen arbeiten möglichst voll belastet auf das Netz, die entbehrlichen sind abgeschaltet und laufen mit Unterdrehzahl,

b) durch den Viel-Maschinenbetrieb, bei dem alle Maschinen mehr oder weniger teilbelastet sind.

Die rechnerischen nachstehenden Untersuchungen wurden für drei gleich große 16 000 kVA-Turbogeneratoren der Großkraftwerk Stettin AG. durchgeführt; $n = 3000$ U/min, $I_{norm} = 1740$ A, $U = 5300$ V. Die idealisierte Anordnung zeigt Abb. 1. Die 3 Generatoren sind bei Vielmaschinenbetrieb zu je ⅓ belastet gedacht, bei Wenigmaschinenbetrieb ist nur eine Maschine voll belastet; die 2 anderen sind abgeschaltet.

Das gewählte Verhältnis von 1 : 3 Generatoren ist als äußerst kraß zu bezeichnen. Es ist gewählt worden, um die Unterschiede möglichst deutlich herauszuschälen. Es hätten grundsätzlich statt 1 Maschine gegen 3 Maschinen auch 2 gegenüber 6 Maschinen gewählt werden können. Im allgemeinen werden in Wirklichkeit derartige Unterschiede zwischen den geringstmöglichen und den bisher üblicherweise in Betrieb gehaltenen Maschinen weitaus geringer sein. Die in Abb. 1 gezeigte Anordnung wird nachstehend für verschiedene Netzzustände und Kurzschlußstellen untersucht.

Das vorhandene Netz A wird allein berücksichtigt. Netz B sei abgeschaltet. Die Kurzschlußstelle K wandert von der Sammelschiene $x_n = 0 \cdot (x_s + x_a)$ ins Netz A, in welchem der Netzwiderstand x_n den ein- oder mehrfachen Betrag von $(x_s + x_a)$ erreichen kann. Hierin ist x_s die Streureaktanz und x_a die Synchronreaktanz. Der Netzwiderstand ist also in Einheiten des Gesamtwiderstandes des Generators ausgedrückt. Die Netzbelastung ist jedesmal in oder hinter der Kurzschlußstelle K konzentriert gedacht.

Die Kurven der Abb. 2 ··· 6 gelten für nachstehende Daten:
16 000 kVA-Generator:
$n = 3000$ U/min
$U_n = 5300$ V
$I_n = 1740$ A
U Spannung an der Sammelschiene (Klemmenspannung am Generator)
E induzierte EMK
I_d Dauerkurzschlußstrom
U_1, E_1, I_{d_1} dgl. bei Wenigmaschinenbetrieb
U_3, E_3, I_{d_3} dgl. bei Vielmaschinenbetrieb
X_s Streureaktanz
X_a Synchronreaktanz
I_d, U, E in 1000 A bzw. 1000 V, und $U \cdot E$ in 10^6 V^2 in Abhängigkeit von x_n (Netzwiderstand) in $(x_s + x_a)$ als Einheit in Ohm

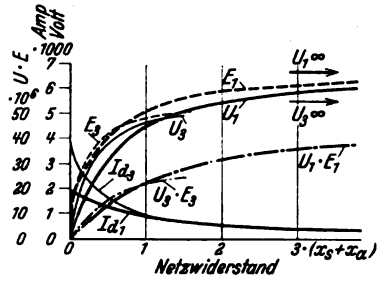
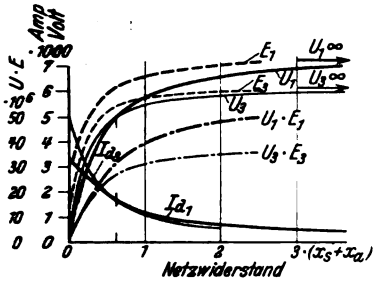


Abb. 2. Netzlast für $\cos\varphi = 1$.

Die hierbei auftretenden Dauerkurzschlußströme I_d wurden berechnet auf Grund des „Verfahrens zur Berechnung von Kurschlußströmen und Schalterleistungen", das im Anhang zu den VDE-Vorschriften R.E.H./1929 angegeben ist. Außerdem wurde die Klemmenspannung U des Generators zu $\sqrt{3}\, I_d\, x_n$ berechnet, die entsprechend der Anordnung Abb. 1 gleich der Sammelschienenspannung ist, sowie die innere induzierte EMK $E = U + E_s$, wobei $E_s = \sqrt{3}\, I_d\, x_s$ ist.



Buchstabenerklärung der Abb. 3 ··· 6 wie in Abb. 2

Abb. 3. Netzlast für $\cos\varphi = 0{,}5$.

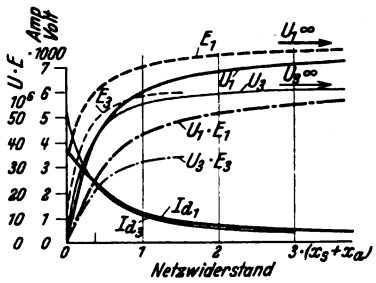


Abb. 4. Netzlast für $\cos\varphi = 0$.

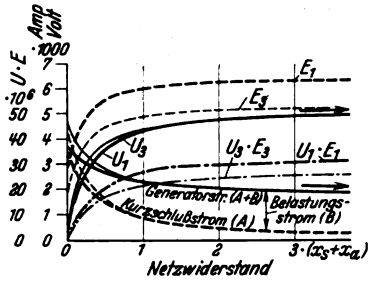


Abb. 5. Netzlast für $\cos\varphi = 0$ und parallele Vorbelastung durch B (s. Abb. 1).

Die Ergebnisse jeweils für Ein- bzw. Dreimaschinenbetrieb sind in den Abb. 2, 3, 4 u. 6 für verschiedene Netz-$\cos\varphi$ kurvenmäßig aufgetragen. In Abb. 5 sind die Verhältnisse unter Berücksichtigung der Belastung von Netz B aufgezeichnet. Während das Belastungsnetz A in den Abb. 2 bis 4 u. 6 hinter der Kurzschlußstelle angreifend gedacht ist, soll das Netz B als entgegengesetztes Extrem an der Sammelschiene angreifen und seine Netzlast gleich der Nennleistung einer Maschine sein. Die Vorbelastung beider Netze ist als reine Blindlast angenommen. Ein Kurzschluß trete stets im Netz A auf.

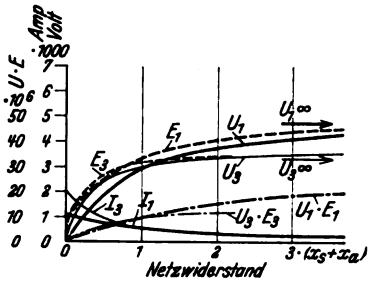


Abb. 6. Netzlast für $\cos\varphi = 0{,}6$ kap.

Die Abb. 2 ··· 6 sind unter dem Gesichtspunkt der Stabilität zu betrachten. Die Hauptfaktoren sind, wie bereits erwähnt, E und U. Während für $\cos\varphi = 1$ (Abb. 2) sowie $\cos\varphi = 0{,}6$ kap. (Abb. 6) der Vielmaschinenbetrieb einen geringfügigen Vorteil zeigt, ist dies bei $\cos\varphi = 0{,}8$, bei $\cos\varphi = 0{,}5$ (Abb. 3) sowie $\cos\varphi = 0$ mit oder ohne Vorbelastung des Netzes B (Abb. 4 u. 5) umgekehrt. Am deutlichsten treten diese Vorteile des Wenigmaschinenbetriebes durch die gleichfalls eingezeichneten Kurven für das Produkt $U\,E$ auf.

Digitized by Google

Trotzdem das Verhältnis der verglichenen Maschinenzahlen sehr kraß ist, sind die zu erkennenden Unterschiede erstaunlich gering, auf jeden Fall geringer als man bisher im allgemeinen angenommen hat. Will man trotzdem Unterschiede gelten lassen, so geht aus den Kurven deutlich hervor, daß von $\cos\varphi \approx 0{,}9$ ind. bis $\cos\varphi = 0$ ind. das synchronisierende Moment beim Wenigmaschinenbetrieb, gebildet aus den Faktoren E und U, durchaus größer ist als bei Vielmaschinenbetrieb.

Über die Bedeutung eines Netzwiderstandes gleich dem inneren Gesamtwiderstand eines Generators $(x_s + x_a)$ von 16 000 kVA gibt Zahlentafel 1 ungefähren Aufschluß. Sie läßt erkennen, daß der Bereich jenseits dieses Netzwiderstandes wenig praktische Bedeutung hat.

Zahlentafel 1. $x_n = 1\,(x_s + x_a)$.

Spannung	Freileitung	Kabel	je Umspanner
5 kV	8 km	27 km	rd. — 5 % der Leitungslänge
20 „	109 „	357 „	rd. — 5 % „ „
100 „	1960 „	—	—

Zahlentafel 1 gibt für verschiedene Spannungen die Leitungslängen an, deren Widerstände gleich dem inneren Gesamtwiderstand $(x_s + x_a)$ eines Generators 16 000 kVA/5300 V, $n = 3000$ sind.

Über die Entfernung zwischen Sammelschiene und Schnittpunkten der Kurven für U_1 und U_3 bzw. E_1 und E_3 bzw. U_1E_1 und U_3E_3, ausgedrückt in $x_n = 1\,(x_s + x_a)$ der Zahlentafel 1, gibt Zahlentafel 2 Aufschluß.

Zahlentafel 2.

$\cos\varphi$	x_n			
	$U_1 = U_3$	$E_1 = E_3$	$U_1E_1 = U_3E_3$	
1	1,16	0,55	0,88	$\cdot\,(x_s + x_a)$
0,8 rd.	0,6			
0,5	0,47	0	0	
0,0	0,37	0	0	
0,0 *	1,24	0	0	
0,6 kap.	1,05	0,8	0,9	

* Netz B vorbelastet.

Bei Sammelschienen-Kurzschluß ist in jedem Falle mit einem Außertrittfallen der Generatoren zu rechnen, bei Vielmaschinenbetrieb noch eher als bei Wenigmaschinenbetrieb trotz der etwas höheren Klemmenspannung. Diese nützt bei Sammelschienen-Kurzschluß gar nichts oder nur wenig. Dafür bleibt als Plus zugunsten des Wenigmaschinenbetriebes, daß der Dauerkurzschlußstrom hierbei niedriger ist, wodurch die Schalter der Abzweige beim Auslösen im Kurzschlußfalle geringer beansprucht werden. Bei einem auftretenden Fehler im Generator oder in einem Umspanner vor oder hinter der Sammelschiene sind die auf diesen Fehler arbeitenden Kurzschlußleistungen geringer.

Liegt K im Netz jenseits der in der Zahlentafel 2 verzeichneten Schnittpunkte, so ist zu beachten, daß I_{d1} und U_1 größer sind als I_{d3} und U_3. Die Erklärung für das Umdrehen der Verhältnisse gibt folgende Überlegung: Bei 3 Maschinen ist infolge Parallelschaltens der 3 Generatorenwiderstände der gesamte innere Widerstand geringer als bei einer Maschine. Deshalb liefert der Dreimaschinenbetrieb nur so lange einen größeren Kurzschlußstrom, als der Einfluß des durch die Parallelschaltung geringeren inneren Widerstandes plus Netzwiderstand größer ist als der Einfluß der höheren Erregung des Einmaschinenbetriebes mit ihrem größeren inneren Widerstand.

Es ist natürlich denkbar, die entbehrlichen Maschinen nur mit ihrer Leerlauferregung am Netz zu belassen oder sogar mit Untererregung. Hierdurch würden die Erregungen der belasteten Maschinen sogar steigen.

Ein Verfahren mit verschieden starken Erregungen ist aus den weiter vorher erwähnten Gründen ungünstig, da die Stabilität des Parallelbetriebes eine möglichst gleichmäßige anteilige Wirk- und Blindlastverteilung erfordert. Bei ungleicher Erregung oder Belastung werden die schwach oder unterregten Maschinen bei Belastungsstößen infolge ihrer geringen synchronisierenden Kraft leicht außer Tritt fallen und unter Umständen durch die hierbei auftretenden zusätzlichen hohen Ausgleichströme den Parallelbetrieb der belasteten Maschinen eher gefährden als fördern. Man müßte deshalb bei Vielmaschinenbetrieb auch den alten und unwirtschaftlichen Maschinen dieselbe anteilige Last zuschieben wie den neuen und wirtschaftlichen Maschinen. Dies bedeutet 1. hohe Leerlaufverluste und 2. hohen zusätzlichen Dampfverbrauch der veralteten Reserveturbinen. Hierbei ist der Vorteil des Wenigmaschinenbetriebes besonders augenfällig.

Für das Abschalten der entbehrlichen Maschinen und Betrieb mit Unterdrehzahl wird man in erster Linie alte und unwirtschaftliche Maschinen vorsehen, die nunmehr als Reserve genau dieselben Dienste tun wie hochwertige Maschinen und durch ihr Abgeschaltetsein bewirken, daß die übrigen am Netz verbleibenden Maschinen gleichmäßig voll an der Erzeugung der Wirk- und Blindlast teilnehmen.

Bei kapazitiver Vorbelastung, wie sie bei Schwachlast großer Freileitungen auftreten kann, wirkt das Ankerfeld infolge seiner magnetisierenden Wirkung verkleinernd auf die Erregung. Hier könnte der Vielmaschinenbetrieb zunächst im Vorteil sein, da die auf jede Maschinenleistung entfallende Ladeleistung geringer ist als bei Wenigmaschinenbetrieb, die Erregung also höher gehalten werden kann. Diese gelegentlich gehörte Ansicht findet in der Abb. 6 für $\cos\varphi = 0{,}6$ keine Stütze, denn

$$U_{1\infty} > U_{3\infty}, \quad \text{dgl. } E_{1\infty} > E_{3\infty}.$$

Die Unwirtschaftlichkeit des hierfür als Notbehelf vereinzelt zur Anwendung kommenden Vielmaschinenbetriebes wird als Anreiz gelten, die Kapazität der Hochspannungsleitungen durch Drosselspulen weitgehend zu kompensieren. Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung wird ergeben, wie rasch die Dampfverbrauchs-Ersparnisse eine schnelle Abschreibung der Drosselspulen ermöglichen.

Der Winkel zwischen der EMK E und der Polradspannung U beträgt insonderheit bei induktiver Belastung nur einen Bruchteil des bei Zylinderläufern höchstzulässigen Winkels von rd. 90°. Bei Schenkelpolläufern ist der zulässige Winkel noch größer. Kräftige Dämpferwicklungen wirken sich außerdem günstig aus und lassen größere dynamische Belastungstöße ohne Kippgefahr zu. Der Vorbelastung sind deshalb im allgemeinen durch die Kupfererwärmung und höchstmögliche Erregung engere Grenzen gezogen als durch diesen Polradwinkel. Deshalb steht die Größe dieses Winkels dem Wenigmaschinenbetrieb mit seiner größeren Maschinenvorbelastung nicht hindernd im Wege.

Bei sehr langen Übertragungsleitungen treten zu diesen Polradwinkeln die Winkel zwischen den Phasenspannungen am Anfang und Ende der Leitungen hinzu. Diese Vektorverdrehung wirkt sich zwar ungünstig auf die Stabilität der Kraftübertragung aus, doch ist die Größe der Verdrehung unabhängig davon, ob an ihrem Ende wenige oder viele Maschinen in Betrieb sind, sie ist also für unsere Überlegungen ohne Bedeutung. Eine gewisse Änderung tritt erst auf, wenn an dem einen Ende überhaupt keine Maschine mehr für Wirklast, Blindlast oder Spannungshaltung in Betrieb gehalten werden soll.

Zur Beurteilung der Stabilitätsverhältnisse bei Kurzschlüssen auf große Kupplungsleitungen entsprechend Abb. 7 gelten ähnliche Überlegungen wie in dem früher betrachteten Netz der Abb. 1. Bei Kurzschluß in A werden die beiden Kraftwerke jedes für sich in der Regel in Tritt bleiben, jedoch beide Kraftwerke nicht mehr synchron laufen, dies um so eher, je ungleichmäßiger die Vorbelastung der beiden Kraftwerke war. Bei Kurzschluß in B kann jedes Kraftwerk für sich als auf diesen Kurzschluß arbeitend gedacht werden. Liegt B weit genug von der Verbindungsleitung der beiden Kraftwerke ab, so werden auch die Kraftwerke unter sich in Tritt bleiben können.

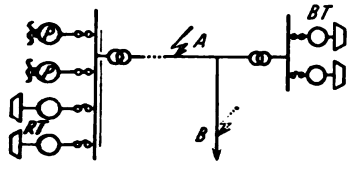
Lediglich aus Gründen des sicheren Ansprechens des vorhandenen Selektivschutzes den Mehrmaschinenbetrieb aufrecht zu erhalten, beurteilt sich nach obigen Ausführungen. Der u. U. günstige Einfluß des Mehrmaschinenbetriebes bei $\cos\varphi \approx 1$ ist sehr gering, die Nachteile im allgemeinen jedoch so groß, daß schon aus diesem Grunde zu hoffen ist, daß die Entwicklung des Selektivschutzes dahin strebt, daß das Ansprech- und Ablaufglied der Relais[5] auch bei kleinen Fehlerströmen sicher arbeitet und trotzdem eine weitere Herabsetzung der Grundzeiten gestattet. Andernfalls werden die jährlichen Betriebsverluste sehr leicht die gesamten Beschaffungskosten eines ungünstiger arbeitenden Selektivschutzes schnell übersteigen.

In einem Kraftwerk mit mehreren Maschinen, von denen eine oder mehrere als Phasenschieber arbeiten müssen und gleichzeitig eine Wirklastreserve erwünscht ist, bietet folgendes Verfahren Vorteile (Abb. 7): Abkuppeln eines Generators (P) von seiner Turbine, syn-

[5] Relaisbuch der Vereinig. d. Elektr.-Werke.

Digitized by Google

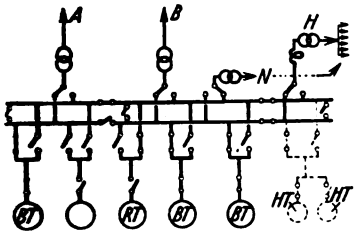
chrones Hochfahren derselben durch einen zweiten Satz (*RT*) bis zum Parallelschalten mit dem Netz, Abschalten dieses antreibenden Satzes (*RT*) vom Netz, Weiterlaufen desselben mit Unterdrehzahl. Dann stellt dieser Satz die erforderliche Wirkreserve dar mit den bekannten geringfügigen Verlusten; hierzu treten lediglich die Verluste



P Phasenschieber
BT Betriebsmaschine
RT Reserveturbinen mit Unterdrehzahl
A Kurzschluß in Netz *A*
B Kurzschluß in Netz *B*

Abb. 7. a) Über Fernleitung gekuppeltes Betriebs- (rechts) und Reservekraftwerk (links). b) Phasenschieber- und Unterdrehzahlbetrieb im Reservekraftwerk (links).

des Generators als Phasenschieber (*P*). Da deren Turbine dauernd steht, sind die Gesamtverluste des Phasenschiebers plus Reservesatz mit Unterdrehzahl geringer, als wenn der Reservesatz auf das Netz als Phasenschieber arbeitet.



A, B Außennetze
H Hausnetz
N Not-Eigenbedarfsnetz
BT Betriebsturbinen
RT Reserveturbine mit Unterdrehzahl
HT Hausturbinen, in Fortfall gekommen!

Abb. 8. Wahlweise Schaltung der Reserveturbine auf ein gestörtes Netz *A* oder *B* oder *H* (*N* kann von verschiedenen Netzen oder Gruppen gespeist werden).

Ein besonderer Vorteil des Reserveverfahrens mit Unterdrehzahl besteht schließlich darin, daß die Reserveturbine im Alarmfalle je nach Erfordernis wahlweise auf ein Außennetz oder auf das Hausnetz als Schnellreserve geschaltet werden kann (Abb. 8), am besten über fernbetätigte Trennschalter. Hiermit sind verschiedene Vorteile verknüpft: Erhöhung der Übersichtlichkeit und Vereinfachung der Bedienung durch Fortfall vieler kleiner Hilfsturbinen. Auch die traditionellen Hausturbinen werden entbehrlich.

Inwieweit die hier vorgetragenen Erkenntnisse auf andere Kraftwerke und Stromversorgungsnetze angewendet werden können, kann für jedes Netz nur von Fall zu Fall auf Grund der jeweils vorliegenden Maschinen- und Netzverhältnisse entschieden werden. Hierbei können die Maschinenkennlinie, Kurzschlußspannungen der Transformatoren, Art der Maschinen- oder Kraftwerkskupplung eine maßgebliche Rolle spielen und jeder Faktor das Bild verschieben.

Bei allen Entscheidungen werden — außer den Netzverhältnissen — Art und Zusammensetzung, Empfindlichkeit und technisches Verständnis der Abnehmer eine Rolle spielen. Es wird die Wirtschaftlichkeit durchaus nicht immer den Ausschlag geben können. Manche Kraftwerke werden vielleicht bereits über Turbinen mit Teillast-Wirkungsgradmaximum verfügen[6]. Ein Netz mit frequenz- und spannungsempfindlichen Industrieabnehmern erfordert eine andere Beurteilung als ein Netz beispielsweise mit weitgehender landwirtschaftlicher Versorgung. Die Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit wird Braunkohlen-Kraftwerke auf eigenen Gruben weniger beeinflussen als Steinkohlen-Kraftwerke.

Auch aus einem anderen Grunde entspricht der Unterdrehzahlbetrieb einer wirtschaftlichen Forderung: Er gestattet, alle vorhandenen alten Maschinen als kostenlose Reserve- und Spitzenmaschinen wirtschaftlich auszunutzen, während die Erstellung neuer hochüberlastbarer Turbineneinheiten nur mit großem Kapitalaufwand möglich sein würde. Hierzu treten in Verbindung mit dem Untertemperaturbetrieb von Dampfkesseln in Schnellreserve die Vorteile gegenüber besonderen Großspeicheranlagen. Im Erweiterungsfalle brauchen weniger neue Turbinen beschafft zu werden, wenn dieselben normalerweise mit ihrer Höchstlast (bei bestem Wirkungsgrad!) anstatt nur mit Teillast betrieben werden sollen (vgl. Schrifttum Fußnote 1 u. 2.).

Manche Betriebe haben das Gefühl der größeren Betriebsicherheit, wenn sie möglichst viele Maschinen am Netz haben, ohne sich mitunter der wirtschaftlichen und betrieblichen Nachteile genügend bewußt zu sein.

Der bisher üblichen kostspieligen Reservehaltung ist die Richtlinie entgegenzustellen: Alle benötigten Turbinen tunlichst mit hoher Last betreiben. Die freiwerdenden Turbinen sofort vom Netz abschalten und mit Unterdrehzahl in Sparschaltung laufen lassen.

Da sich derartige Fragen nur selten nach der Gewohnheit und ohne Rechenarbeit richtig entscheiden lassen, wäre es wertvoll, wenn die Betriebe ihre Verhältnisse in dieser Richtung einer genauen Überprüfung unterziehen würden.

[6] Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 286 (1931).

Wasserbauten für die Elektrizitätswirtschaft als Notstandsarbeiten.

Von Dr. W. Gosebruch, Berlin.

(Schluß von S. 309.)

IV. Stromversorgung Westdeutschlands.

1. Die Leistungsvergrößerung der Edertalsperre.

Das bis vor kurzem noch größte der reichsdeutschen Staubecken von max. 202 Mill m³ (Bleiloch-Saaletalsperre 215 Mill m³, Walchensee 78 Mill m³) wurde in den Jahren 1908 ··· 1914 bei Bad Wildungen vom Preußischen Staat zur Regulierung des Wasserlaufs der Weser, namentlich zur Erhöhung der Schiffbarkeit in wasserarmen Perioden erbaut.

Der angegebene Speicherinhalt beträgt nur 29,6 % des mittleren Jahresabflusses der Eder von 683 Mill m³ (Dr. Lange, Bautechnik 1923, S. 100). Das Einzugsgebiet beträgt 1430 km².

Der für die mitteldeutsche Industrie von lebenswichtiger Bedeutung werdende Mittellandkanal erforderte nach seiner Fertigstellung bedeutende Mengen von Speisewasser. Diese könnten zwar der Elbe entnommen werden, was aber mit höheren Kosten verbunden wäre als die Entnahme aus der Edertalsperre. Bei deren jetzigem Speicherinhalt könnte das jedoch nur durch Preisgabe eben jener erhöhten Schiffbarkeit der Weser geschehen, derentwegen die Sperre errichtet wurde, oder man müßte, um diese wiederherzustellen, die Weser kanalisieren. Das letztere erforderte aber an 100 Mill RM. Für ¼ dieses Betrages ließe sich die Speicherfähigkeit der Edertalsperre so vergrößern, daß sie beiden Zwecken, der Erhaltung der Schiffbarkeit der Weser und der Abgabe von Speisewasser an den Mittellandkanal vollauf gerecht werden könnte.

Eine Stauspiegelerhöhung von 245 m auf 253,50 m ü.N.N., d. h. um 8,5 m, vergrößert den Beckeninhalt um 120 Mill m³ auf 320 Mill m³, die Speicherfähigkeit erhöht sich von 29,6 auf 47 % des Jahresabflusses.

Die aus Grauwackenbruchstein und Kalkmörtel gemauerte Sperrmauer reicht in ihren Querschnittsausmaßen an Fuß und Kopf nach Feststellungen der Landesanstalt für Gewässerkunde zur Aufnahme einer Erhöhung um 8,5 m völlig aus. Der für die Erhöhung erforderliche Querschnitt soll mit Grauwackeneinlagen betoniert werden und eine Verblendung erhalten. Die Bauperiode wäre 3 Jahre. Die Kosten werden betragen für die Erhöhung der Sperrmauer, u. zw.:

für Abbruch, Betonierung, Hochbauten, Brüstung und Straße auf der Sperrmauer,
für Rampen und Zufahrten,
für Erneuerung der Verschlüsse an den Notauslässen,
für Erneuerung der Grundablaßschieber,
für die Bahnverlegung auf dem linken Ederufer und Straßenverlegungen sowie Brückenumbauten,

ferner

für Einrichtungen zum Schutz gegen Stauschäden bei 5 Ortschaften sowie

Digitized by Google

für Grunderwerb, Ablösung der vorhandenen Wassertriebwerke und für Unvorhergesehenes, jedoch ohne den Umbau des von der Preußischen Elektrizitäts-AG. betriebenen Kraftwerkes Hemfurth I rd. 23 000 000 RM,

dazu kommen die Umbaukosten für das Kraftwerk Hemfurth I durch Auswechselung der Maschinensätze mit rd. 2 000 000 RM.

Die Gesamtkosten für die Vergrößerung der Edertalsperre betragen also rd. 25 000 000 RM.

Das Kraftwerk Hemfurth II, welches drei Maschinensätze von zusammen 23 100 kVA Leistung besitzt, kann auch bei dem höheren Gefälle unverändert beibehalten werden.

Die mittlere erzeugbare Jahresarbeit der Sperrenkraftwerke erhöht sich nach dem Ausbau von 45 Mill kWh auf 60 Mill kWh. Die Kosten je m³ Speicherinhalt der Erweiterung um 120 000 000 m³ stellen sich bei Abzug von 250 000 RM für Unvorhergesehenes und Bauleitung des elektrischen Teiles auf

$$\frac{22\,750\,000 \cdot 100}{120\,000\,000} = \text{rd. } 19 \text{ Pf.}$$

Für die auszuführenden Bauarbeiten sind rd. 1 200 000 Tagewerke veranschlagt worden.

2. Ausbau eines zweiten Beckens am Pumpspeicherwerk Waldeck.

Der Betrieb der Preußenelektra brachte es mit sich, daß das Werk Hemfurth wegen des dahinterliegenden Stausees immer mehr als Spitzenwerk betrieben wurde; deshalb wurden bei Erbauung von Hemfurth II zwei der drei Maschinensätze mit Pumpen ausgerüstet, die es ermöglichen, je 13,7 m³/s in die Edertalsperre zurückzupumpen. Um aber durch die Spitzenstromentnahme den gleichmäßigen Zufluß zur Weser nicht zu gefährden, vergrößerte man das Ausgleichbecken unterhalb der Mauer durch einen 3,7 km-Staudamm und baute bei dem Dorf Affoldern ein Wehr mit Kraftwerk ein, das die Eder um rd. 9 m staut. In einer Denkschrift der Preußenelektra von 1928 wurde der Spitzenstrom ihres Betriebes zu 150 000 kW errechnet, d. h. abzüglich 30 000 kW Leistung der beiden Hemfurthwerke von 30 000 kW waren noch 120 000 kW Spitzenstrom aufzubringen. Zu deren Bestreitung wurde von 1929 bis 1931 unterhalb der beiden Hemfurthwerke mit Ausfluß in obengenanntes Ausgleichbecken Affoldern im Forst Bringhausen mit 305,50 m Bruttogefälle das Pumpspeicherwerk Waldeck erbaut, dessen Hochspeicherbecken 760 000 m³ Nutzinhalt hat. In diesem Pumpspeicherwerk sind 4 Maschinensätze installiert mit je 1 Voith-Francisturbine für 296 m geodätischem Gefälle, $Q = 12{,}5$ m³/s, $n = 500$ und 40 500 PS Leistung an der Welle, mit 1 Drehstromgenerator von 36 000 kVA, 10 500 V als Generator und 24 000 kW als Motor beim Pumpbetrieb sowie mit einer Hochdruckspeicherpumpe von 6 m³ Fördermenge auf 300 m Höhe, 29 000 PS Leistungsbedarf bei 32 000 PS Motorleistung.

Den Pumpstrom liefert hauptsächlich das rd. 22 km entfernte Braunkohlenkraftwerk Borken der Preußenelektra.

Wie die Belastungskurve des Preußenelektra-Betriebes zeigt[9], könnte mit dem Spitzenausgleich zur Erzielung von Strichfahrbetrieb noch viel weiter gegangen werden. Dazu bietet sich in unmittelbarer Nähe des jetzt in Betrieb genommenen Speicherbeckens die Gelegenheit zu einer gleichgroßen Erweiterung. Der Ausbau dieses Speicherbeckens Waldeck-Erweiterung böte ein geeignetes Objekt zur Ausführung durch die werktätige Erwerbslosenfürsorge.

Die Kosten würden sich auf rd. 7 Mill RM stellen bei einer Vergrößerung der Speicherkapazität um weitere 0,5 Mill kWh. Bei der Durchführung dieser Arbeiten werden etwa 400 000 Tagewerke auflaufen.

V. Ausbau der Mainstufen.

Nach dem Vorbild der unteren Mainstufe Griesheim können auch die oberen Mainstufen bei Bamberg (Erlabrunn u. a.) ausgebaut werden. Hierfür sind nach Zeitungsnachrichten vom Herbst vorigen Jahres die Mittel bereits beantragt.

Schon seit Beginn des Wasserkraftbaues in der Elektrizitätswirtschaft, wo Wasserkraft in engerem Wettbewerb mit Dampf kam, d. h. seit rd. 35 Jahren, ist in jedem Einzelfalle darauf hingewiesen, daß der wasserkraftbauliche Teil, die Sperrmauern, Sammelbecken usw. Schöpfungen von dauerndem Wert darstellen, die noch in späteren Jahrzehnten ihren wirtschaftlichen Wert behalten, wenn die gleichzeitigen Maschinenanlagen längst — mehrmals hintereinander — ausgedient haben, veraltet und der Verschrottung anheimgefallen sind. Das hat die Praxis bewahrheitet. Auch unter den vorstehenden Projekten zeigt die Erweiterung der Edertalsperre, daß nach fast einem Menschenalter (1908) die Söhne die Mauererhöhung auf dem soliden Sperrmauerwerk der Väter sozusagen einfach aufstocken können.

Fern von aller Tendenz, etwa allgemein eine Überlegenheit der Wasserkraftanlagen für Spitzendeckung behaupten zu wollen, muß doch ausgesprochen werden, daß im Rahmen dieses Aufsatzes für Notstandsarbeiten nicht etwa Dampfanlagen und dgl. an Stelle der Wasserkraftanlagen in Frage kommen können. Die infolge der Weltkrise stilliegenden dampf-elektrischen Generatoren sind so zahlreich und leistungsgroß, daß es völlig abwegig wäre, ihre Zahl noch zu vermehren.

Es kann, wie mehrfach betont, überhaupt nicht die Absicht sein, durch Notstandsarbeiten z. Z. überflüssige Spitzenkraftwerke zu erbauen. Aufgabe der Gegenwart ist es vielmehr, zunächst einmal die tiefbaulichen Anlagen zum vorerst teilweisen maschinellen Ausbau zu fördern, dessen Fortführung bei Bedarf späterer Zeit sicher erfolgen wird. Eher wie andersartige Notstandsarbeiten an Straßen (direkter Lohnanteil nur 12 bis 24 % der Bausumme)[10], an Kanälen (mit Entlastung der öffentlichen Hand in Höhe von 35 % der Bausumme)[11] u. dgl. werden die Ausgaben für Wasserkraftbauten der Allgemeinheit Früchte bringen.

In diesem Zusammenhange muß auch darauf hingewiesen werden, daß auf der Tagung des Arbeitsausschusses für Feuerungstechnik beim Reichskohlenrat, die zusammen mit der VDI-Tagung im Oktober 1932 zu Berlin stattfand[12], gerade mit Rücksicht auf die Frage, ob ein Kraftwerk mit Speicher oder ein in den Anlagekosten billigeres hochüberlastbares Kraftwerk für Spitzendeckung zu wählen sei, die kürzeste Zeit des Überganges von 12stündigem Stillstand zur Normallast zur Diskussion stand. Dies sei bei Kesseln mit Zonenwanderrost und Unterwind in 2 min 37 s für aschenarme Kohlen erreichbar, für Kohlenstaubfeuerung mit Strahlungsheizfläche in 3 min 37 s, ohne solche in 9 min 31 s (ohne Turbogenerator). Nach dem Vortrag[13] des Ministerialrats Heyden und Dr. Bartel im Deutschen Wasserwirtschaftsverband (im Ingenieurhaus, Berlin am 26. I. 1933) erfolgte das kürzeste Anlassen und Zuschalten des Speicherwerkes Waldeck von der Warte aus oder automatisch bei Absinken der Frequenz in 110 s bei Übergang von Pumpen- auf Turbinenbetrieb und in 125 s beim stillstehenden Maschinensatz zum Vollbetrieb.

Die hier angeführten Anlagen sind nur eine Auswahl und Vorschlag zur Erstinangriffnahme geeigneter Projekte. Die angegebenen Tagewerke sind unter der Annahme berechnet, daß die Bauten mit den Mitteln neuzeitlicher Bautechnik durchgeführt werden. Wenn man unter Verzicht auf Großgeräte mehr Handarbeit in Anspruch nehmen will, tritt eine Erhöhung der Lohnstunden wie auch der Bausumme ein. Um wieviel die Lohnstunden gesteigert werden sollen, hängt von lokalen Maßnahmen ab, man kann nur angenähert annehmen, daß es im normalen Falle etwa 35 % sein werden. Selbst bei Ausführung aller vorgenannten Projekte — in Mecklenburg käme vorerst nur eines der alternativ genannten Pumpspeicherwerke in Frage — ergäbe sich eine Gesamtsumme für den Staat, die im Vergleich zu den Gesamtaufwendungen, welche die Arbeitslosenbeschäftigung verlangt, durchaus nicht als außergewöhnlich hoch angesehen werden darf. Von den rd. 92 Mill RM des Tiefbauteiles in Zahlentafel 1 kämen für den Staat sofort 50 %, d. h. 46 Mill wieder ein, der Rest in späteren Jahren.

Über die beiden Anlagen IV. 3) und V konnten eingehendere Mitteilungen noch nicht veröffentlicht werden. Gerade auf Anlagen dieser Art beziehen sich nachstehende Ausführungen des Berichtes der Tagung des Südwestdeutschen Kanalvereins in Verbindung mit dem Binnenschiffahrtstag am 30. IX. 1932 in Mannheim, wo es heißt:

„Gerade die Arbeiten am Neckarkanal haben den Beweis erbracht, daß sie zusammen mit dem gleichzeitigen Ausbau der Wasserkraftwerke eines der besten und auf lange Sicht hinaus

[9] Denkschrift der Preußischen Elektrizitäts-AG., Berlin 1932: Das Pumpspeicherwerk Waldeck der Preußenelektra.

[10] E. Skischally, Die Kosten im Straßenbau. Verlag Schenk, Berlin 1932.

[11] Wasserwirtsch. 1932, S. 447, Heft 32: Wasserstraßen.

[12] ETZ 1932, S. 1112.

[13] ETZ 1933, S. 235.

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Anlage	Gesamtbausumme Mill RM	Tiefbauteil Mill RM	Tagewerke	Bauzeit Jahre	Arbeiter
I.					
a) Malchiner See ..	62	(30)	2 000 000	rd 3	2500 ··· 3500
b) Tollense-See	61	27	1 800 000	3	2000 ··· 3000
II. Havelberg	22	17	1 500 000	3	2000 ··· 3000
III. Bobersberg	28	16	1 700 000	3	2000 ··· 3000
IV.					
1. Edertalsperre ...	25	15	1 200 000	3	1500 ··· 2000
2. Waldeck-Bringhausen....	7	7	400 000	3	400 ··· 500
3. Lenne- u. Ruhrwerke ..... rd.	10	5	400 000	2	600 ··· 700
V. Mainstufen .. rd.	2 · 5	2 · 2,5	2 · 250 000	2	2 · 400 ··· 500
		92	7 500 000		9300 ··· 13200

eines der produktivsten Mittel sind, der Arbeitslosigkeit zu steuern. . . . Durch Einsparen der Unterstützungsgelder und entsprechende Steigerung der Steuerbeträge tritt nach einwandfreier Berechnung eine Entlastung der öffentlichen Hand in Höhe von über 35 % der aufgewendeten Bausumme ein!"

Nach einem Aufsatz von Regierungsrat Dr.-Ing. Wittmann, Berlin: „Die tatsächliche finanzielle Belastung der öffentlichen Hand bei der Ausführung von Wasserstraßenbauten"[14] beträgt der Gesamtnutzen der öffentlichen Hand einschl. aller Nebeneinkünfte sogar volle 70 % der gesamten Baukosten. „Die tatsächliche Belastung der öffentlichen Hand durch den Bau einer Wasserstraße beträgt daher bei der heutigen Lage des Arbeitsmarktes nur 30 % der gesamten Baukosten."

Diese Bauten werden eine Belebung der elektrotechnischen Fertigung bringen, die zu einer wirklichen Ankurbelung des elektrotechnischen Geschäftes werden kann. Mit ihren Auswirkungen auf die weitverzweigtesten Wirtschaftskreise ist die Elektroindustrie einer der wichtigsten Fertigungsbetriebe. Die Elektroindustrie, der stets das volle Maß der Lasten zugemessen wurde, verdient daher besondere Berücksichtigung, die sich, wie vorgenannte Bauten zeigen, zum Wohle der ganzen Volkswirtschaft auswirken kann.

[14] Dtsch. Wasserwirtsch. 1933, H. 2, S. 21.

Der Einfluß von höheren Harmonischen der Klemmenspannung auf die Betriebseigenschaften des Einphasen-Bahnmotors.

Von K. Töfflinger, Berlin.

Übersicht. Die Fahrleitungspannung der heutigen Wechselstrom-Bahnnetze ist nur angenähert sinusförmig. Die Einführung der Stromrichter läßt eine starke Steigerung der Oberwellen erwarten, so daß schließlich Störungen an den Fahrmotoren zu befürchten sind. Vorschriften über Art und Größe der noch als zulässig zu betrachtenden Oberwellen sind daher für die weitere Entwicklung der Motoren wie der Unterwerkseinrichtungen notwendig. Die Vorbedingung zu ihrer Aufstellung ist die Kenntnis der von ihnen hervorgerufenen Störungen. Wenn sich diese auch einer genauen Berechnung entziehen, so läßt sich doch wenigstens ein allgemeines Bild von ihrer Art und Größenordnung auf rechnerischem Wege gewinnen.

A. Die Harmonischen der Fahrleitungspannung.

Am Stromabnehmer des Fahrzeugs zeigt die Fahrleitungspannung der heutigen Bahnnetze für 16⅔ Per/s meistens eine 3. und 5. Harmonische von mehreren Prozent der Grundwelle, dazu zahlreiche andere, deren Amplitude mit zunehmender Frequenz zu sinken pflegt. Sie werden hauptsächlich durch die wirtschaftlich notwendige Ausnutzung des Eisens der Transformatoren und Fahrmotoren erzeugt. Weit stärkere Oberwellen sind zu erwarten, wenn das Bahnnetz durch Stromrichter gespeist wird. Viele Schaltungen liefern eine nur ungefähr sinusförmige Spannung, also zahlreiche kräftige Harmonische 3. ··· 11. Ordnung. Bei allen ist die Frequenz des Anodenwechsels, meist 300 Per/s, ebenso wie beim Gleichrichter ausgeprägt. Sie steigt gewaltig, bis etwa zur halben Amplitude der Grundwelle, sobald die Spannung durch Ändern des Zündpunkts geregelt wird[1].

Vom Gleichrichter-Bahnbetrieb her ist bekannt, daß trotz der üblichen Glättungseinrichtungen die Harmonische des Anodenwechsels oft 8 % überschreitet. Besser mögen Glättungsmaschinen wirken, die neuerdings für Gleichstrom vorgeschlagen werden[2] und sich sinngemäß auch für Wechselstrom bauen lassen, aber wirtschaftliche Mittel, die Oberwellen restlos zu unterdrücken, fehlen noch.

Gleichstrom-Bahnmotoren können im Betrieb durch die Gleichrichter-Oberwellen merklich verschlechtert werden[3]. Bedeutend mehr ist der Einphasen-Bahnmotor gefährdet: Prüffeldingenieuren ist bekannt, daß er grundsätzlich gegen alle Oberwellenstörungen empfindlicher ist, weil sein Statoreisen aus Blechen aufgebaut wird, also schnelle Flußänderungen nicht besonders dämpft. Auch die größere Induktion des Gleichstrom-Bahnnetzes ist ein besserer Schutz gegen die vom Unterwerk gelieferten Oberwellen.

Bahnmotoren zu bauen, die mit Spannungskurven beliebiger Form arbeiten können, ist unmöglich. Nach den bisherigen Erfahrungen ist anzunehmen, daß die Oberwellen vor allem die Stromwendung erschweren werden. Bei der hohen Beanspruchung der Bürsten kann geringe Mehrbelastung schon zur Störung führen. Auch wenn man die Oberwellen heute noch als nebensächlich betrachtet, so ist deshalb doch die genaue Kenntnis aller ihrer Einflüsse auf den Motor, wenigstens soweit sie schädlich sind, Vorbedingung, um die erforderlichen Gewährleistungen zu ermöglichen. Ebenso wichtig ist, daß später einmal Grenzen für die zulässigen Abweichungen der Spannungskurve von der Sinuslinie festgelegt werden, damit eine sichere Berechnungsgrundlage geschaffen wird. Auch diese Festlegung kann erst auf Grund genauer Kenntnis aller Oberwellenstörungen erfolgen, die damit für die Weiterentwicklung der Bahnmotoren und der Stromrichter unentbehrlich wird.

B. Grundgleichungen für den im Eisen ungesättigten Motor.

Die Berechnung der Oberwelleneinflüsse auf die Betriebseigenschaften des Einphasen-Bahnmotors ist einfach, solange der Strom proportional dem Hauptpolfluß bleibt. Obwohl das Eisen aus wirtschaftlichen Gründen gut ausgenutzt werden muß, ist diese Berechnungsart doch nicht nutzlos, wie sich später zeigen wird. Es bedeuten also:

U_1	Maximalwert der Klemmenspannungs-Grundwelle
U_m	Maximalwert der Klemmenspannungs-Oberwelle
t	Zeit
ω	der Grundfrequenz entsprechende Winkelgeschwindigkeit
α	Phasenverschiebung zwischen Grundwelle und Harmonischer, gerechnet zwischen den beiden einander am nächsten liegenden Zeitpunkten, in denen beide Spannungen beim Übergang von negativen zu positiven Momentanwerten gerade Null werden
$\Phi n K_1$	Rotations-Gegen-EMK
Φ	Momentanwert des Hauptpolflusses
n	Ankerdrehzahl
K_1	durch die Art der Ankerwicklung gegebene Konstante
i	Augenblickswert des Stromes
R	ohmscher Widerstand des ganzen Motors
$\frac{di}{dt} K_2$	induktiver Spannungsabfall, hervorgerufen durch sämtliche Streufelder im Motor
$\frac{d\Phi}{dt} K_3$	induktiver Spannungsabfall in der Erregerwicklung.

Mit diesen Bezeichnungen ist die Spannungsgleichung des Motors zu schreiben:

$$U_1 \sin \omega t + U_m \sin (m \omega t - \alpha) = \Phi n K_1 + i R + \frac{di}{dt} K_2 + \frac{d\Phi}{dt} K_3. \qquad (1)$$

Da Proportionalität zwischen Strom und Fluß zunächst vorausgesetzt werden soll, ist, falls a ein konstanter Faktor ist,

$$\Phi = a\, i. \qquad (2)$$

[1] Vgl. die zahlreichen berechneten und oszillographierten Spannungskurven in Elektr. Bahnen Bd. 8, H. 3 (1932).
[2] ETZ 1932, S. 461.
[3] K. Töfflinger, Bergmann-Mitt. Bd. 7, S. 262 (1929). Referat: ETZ 1930, S. 1530.

Digitized by Google

Setzt man noch

$$r = a\,n\,K_1 + R \tag{3}$$

$$l = K_2 + a\,K_3, \tag{4}$$

so entsteht aus Gl. (1) und (2):

$$U_1 \sin\omega t + U_m (m\,\omega\,t - \alpha) = i\,r + \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\,l. \tag{5}$$

Unter der Voraussetzung, daß hier keine Einschaltvorgänge untersucht werden, t also immer groß ist, ergibt sich die Lösung:

$$i = U_1 \frac{r\sin\omega t - l\cos\omega t}{r^2 + \omega^2 l^2} + U_m \frac{r\sin(m\,\omega\,t - \alpha) - m\,\omega\,l\cos(m\,\omega\,t - \alpha)}{r^2 + m^2\,\omega^2\,l^2}. \tag{6}$$

Der Strom i kann also in den Grund- und den Oberwellenstrom zerlegt werden:

$$i_1 = U_1 \frac{r\sin\omega t - \omega\,l\cos\omega t}{r^2 + \omega^2 l^2} \tag{7}$$

$$i_m = U_m \frac{r\sin(m\,\omega\,t - \alpha) - m\,\omega\,l\cos(m\,\omega\,t - \alpha)}{r^2 + m^2\,\omega^2\,l^2}. \tag{8}$$

Wie zu erwarten war, ergibt diese Berechnung:

Bei ungesättigtem Eisen bleibt der Grundwellenstrom i_1 genau so groß und sinusförmig, wie wenn überhaupt keine Harmonische vorhanden wäre.

Jede Harmonische ergibt einen Oberwellenstrom i_m, der ebenso groß und sinusförmig ist, wie wenn die Grundwelle der Klemmenspannung überhaupt nicht vorhanden wäre.

Oberwellen- und Grundstrom überlagern sich, ohne sich gegenseitig zu stören. Daher gelten die hier abgeleiteten Beziehungen auch für den Fall, daß gleichzeitig mehrere Harmonische auftreten.

C. Die Stromwendung.

1. Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstromwendung des Einphasen-Bahnmotors.

Aus naheliegenden Gründen werden Stromwendungsberechnungen gewöhnlich nur für den Zustand hoher Belastung, also bei Bahnmotoren mindestens für den Stundenstrom, vorgenommen. Beim technischen Einphasen-Bahnmotor sind dann die Kurvenformen der einzelnen elektrischen Größen, die für die Stromwendung maßgebend sind, nicht mehr annähernd sinusförmig. Wie an anderer Stelle veröffentlicht[4], muß daher für die Stromwendungs-Untersuchung der Zeitraum einer halben Grundwellenperiode in zwei scharf zu unterscheidende Zeitabschnitte geteilt werden, nämlich:

I. Die Gleichstromwendung: innerhalb dieses Zeitabschnittes bleiben die Momentanwerte der von der Klemmenspannungs-Grundwelle herrührenden transformatorischen EMK so klein, daß die von ihnen hervorgerufenen Beanspruchungen der Bürsten vernachlässigt werden dürfen, so daß die Stromwendung genau wie bei einer Gleichstrommaschine abläuft.

II. Die Wechselstromwendung: innerhalb dieses Zeitabschnittes bleiben die Momentanwerte des Stromes so klein, daß für die Belastung der Bürsten allein die Momentanwerte der transformatorischen EMK maßgebend sind.

Der große grundsätzliche Unterschied zwischen beiden Stromwendungsarten bedingt, den Einfluß der Klemmenspannungs-Oberwellen für beide Zeitabschnitte getrennt zu untersuchen.

2. Die Wechselstromwendung.

a) Schädlicher Einfluß der Oberwellen. — Im Abschnitt der Wechselstromwendung sind die Augenblickswerte des Stromes klein, also ist auch das Eisen der Maschine ungesättigt, und die unter B abgeleiteten Grundgleichungen werden wenigstens näherungsweise gelten. Da es für die praktischen Zwecke genügt, angenähert festzustellen, in welchem Verhältnis eine gegebene Oberwelle der Klemmenspannung die Stromwendung erschwert, erscheinen die obigen Gleichungen hier brauchbar.

Das Maximum der transformatorischen EMK entsteht, wenn $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$, also auch $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ den Höchstwert erreicht. Es wird $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ dann am größten, wenn die Maxima von $\mathrm{d}i_1/\mathrm{d}t$ und $\mathrm{d}i_m/\mathrm{d}t$ zeitlich zusammenfallen. Das ist möglich, wenn α eine ganz bestimmte, von m, l und r abhängige Größe annimmt, deren Errechnung hier keinen Zweck hat. Es ist nach Gl. (7) und (8):

$$\left(\frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}\right)_{\max} = U_1 \frac{\omega}{\sqrt{r^2 + \omega^2 l^2}} \tag{9}$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}i_m}{\mathrm{d}t}\right)_{\max} = U_m \frac{m\,\omega}{\sqrt{r^2 + m^2\,\omega^2\,l^2}}. \tag{10}$$

Wenn nun die Harmonische die Wechselstromwendung im Verhältnis $(1 + x) : 1$ oder um $100\,x\,\%$ erschwert, so gilt:

$$x = \frac{U_m}{U_1}\,m\,\sqrt{\frac{r^2 + \omega^2 l^2}{r^2 + m^2\,\omega^2\,l^2}}. \tag{11}$$

Es werde noch eingeführt

$$y = l : r = \operatorname{tg}\varphi_1, \tag{12}$$

wobei φ_1 der Phasenverschiebungswinkel zwischen Grundwellenstrom und -spannung ist. Damit ergibt sich aus Gl. (11)

$$x = \frac{U_m}{U_1}\,m\,\sqrt{\frac{1 + y^2}{1 + m^2\,y^2}} \tag{13}$$

und für großes m, also die Harmonischen sehr hoher Ordnung

$$x = \frac{U_m}{U_1}\,\frac{\sqrt{1 + y^2}}{y} = \frac{U_m}{U_1} \cdot \frac{1}{\sin\varphi_1}. \tag{14}$$

Bezeichnet man das Verhältnis der Amplitude der Oberwelle zu der der Grundwelle mit u, so erschwert also eine Harmonische die Wechselstromwendung nicht etwa um $100\,u\,\%$, sondern gelegentlich bedeutend mehr, nämlich um $100\,u\,x'\,\%$, wobei x' hier als „Vergrößerungsfaktor" bezeichnet sei und durch die Gleichung definiert werde:

$$x' = m\,\sqrt{\frac{1 + y^2}{1 + m^2\,y^2}} = m\,\sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2\varphi_1}{1 + m^2\operatorname{tg}^2\varphi_1}} \tag{15}$$

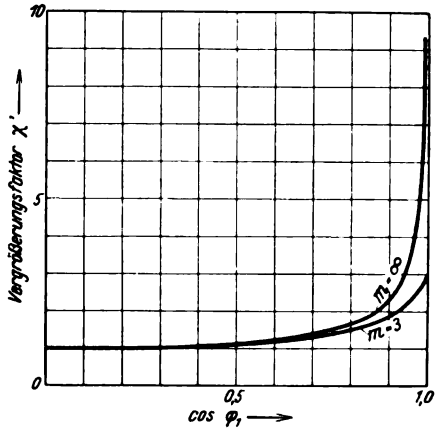


Abb. 1. Oberwellen-Empfindlichkeit des Einphasen-Bahnmotors in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor

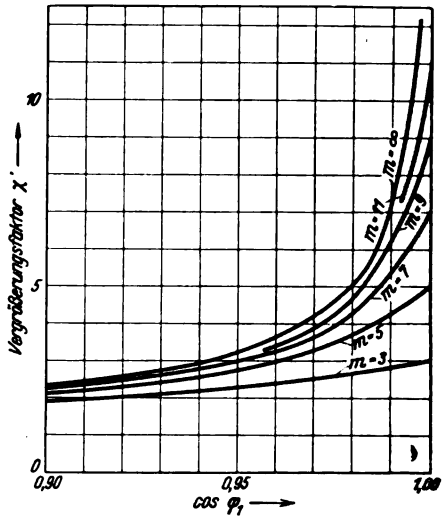


Abb. 2. Oberwellen-Empfindlichkeit des Einphasen-Bahnmotors in Abhängigkeit vom Leistungsfaktor.

Die Größe des Vergrößerungsfaktors ist also außer durch die Ordnungszahl m der Harmonischen allein bestimmt durch φ_1, also den Phasenwinkel zwischen Grundwellenstrom und -spannung. Nach den Abb. 1 und 2 ist $x' \approx 1$, solange $\cos\varphi_1$ unter 0,4 liegt. Bei besserem Leistungsfaktor, z. B. 0,95, erreicht x' schon etwa den Wert 3. Das bedeutet, daß eine Klemmenspannungs-Harmonische auf die Stromwendung etwa dreimal schädlicher einwirken kann, wenn der Motor gerade mit $\cos\varphi_1 = 0{,}95$ arbeitet, als wenn der Leistungsfaktor nur 0,4 beträgt. Gegen die Störungen der Wechselstromwendung ist also der Motor um so besser geschützt, je schlechter sein Leistungsfaktor ist. Oberwellen von 7. und noch höherer Ordnung, also auch die des Anodenwechsels beim Stromrichter ($m = 18$), können daher gefährlich werden, so-

[4] Töfflinger, VDE-Fachberichte 1931, S. 8.

Digitized by Google

bald der Motor mit voller Geschwindigkeit läuft und dabei den heute meist üblichen Leistungsfaktor von 0,95 erreicht oder gar überschreitet. Ist z. B. $\cos\varphi_1 = 0{,}97$, wie es bei einer mit Höchstgeschwindigkeit fahrenden Lokomotive oft vorkommt, so wird nach Abb. 2 für die 18. Harmonische $x' = 4{,}1$, also kann eine Harmonische des Anodenwechsels von 8 %, wie sie bei Stromrichtern unbedingt zu erwarten ist, die Wechselstromwendung bereits um $8 \cdot 4{,}1 = 32{,}8$ % erschweren.

Enthält die Fahrleitungspannung z. B. eine dritte Harmonische von 4 % und eine 5. von 2 %, wie es etwa in den heutigen Bahnnetzen vorkommt, so ist eine Erschwerung der Wechselstromwendung von $4 \cdot 2{,}5 + 2 \cdot 3{,}3 = 16{,}6$ % bei $\cos\varphi_1 = 0{,}97$ im Höchstfalle denkbar. Derartige Oberwellen dürften also noch keine besonders merkliche Verschlechterung bedeuten.

b) Günstiger Einfluß der Oberwellen und Gesamtbild der Wechselstromwendung. — Trifft mit einem Maximum von di_1/dt gerade ein Minimum von di_m/dt zeitlich zusammen, so wird der Maximalwert der in diesem Augenblick entstehenden transformatorischen EMK durch das Auftreten der Oberwelle verringert, die Stromwendung also nicht verschlechtert, sondern verbessert. Die transformatorische EMK der Grundwelle entwickelt nur während eines kleinen Teils der Halbperiode, der etwa 20° elektr. umfassen mag, so hohe Augenblickswerte, daß die Bürsten voll belastet sind[5]. Im Maßstab der 3. Harmonischen umfaßt dieser Zeitraum $3 \cdot 20 = 60°$, ist also noch klein genug, um zu ermöglichen, daß während seines Verlaufs die 3. Harmonische gelegentlich nur positive oder nur negative Augenblickswerte ihrer transformatorischen EMK erzeugt. Sie kann daher die Wechselstromwendung in dem gleichen Maße auch verbessern, wie sie sie nach Abschnitt a) verschlechterte. Es hängt nur von der Phasenlage der Harmonischen in bezug auf die Grundwelle ab, ob eine Verbesserung, Verschlechterung oder keine merkliche Änderung der Wechselstromwendung eintritt.

Harmonische sehr hoher Frequenz werden innerhalb des für die Güte der Wechselstromwendung maßgebenden Zeitraums stets sowohl Maximal- wie Minimalwerte ihrer transformatorischen EMK entwickeln. Sie ergeben daher immer eine Verschlechterung der Wechselstromwendung.

3. Die Gleichstromwendung.

a) Die Rest-EMK. — Beim Entwurf der Gleichstrommaschine strebt man eine geradlinige Stromwendung an, ohne sie vollkommen erreichen zu können. Die in der stromwendenden Windung entstehenden Wende-EMKe sind also nicht während der ganzen Stromwendezeit konstant im Gegensatz zu der vom Wendepol erregten Wendefeld-EMK. Der Ausgleich der Wende-EMKe gelingt also nicht vollkommen, und die übrig bleibenden Rest-EMKe sind für die Güte der Stromwendung maßgebend. Sie dürften nach zahlreichen oszillographischen Aufnahmen beim Einphasen-Bahnmotor heute üblicher Bauart unter Nennlast etwa 3,5 V maximal erreichen. Da man durchweg verhältnismäßig günstige Ankerwicklungsarten verwendet, ist eine Verminderung der Rest-EMKe nur durch Herabsetzen von Ankerumfangsgeschwindigkeit, Strombelag oder axialer Eisenlänge zu erzielen, also durch schlechtere Ausnutzung der Maschine. Jede mechanische Störung im ruhigen Lauf der Bürsten hat stets eine starke Steigerung der Rest-EMKe zur Folge, die sich an der Abnutzung von Bürsten und Kommutator sofort bemerkbar macht.

b) Rechnerische Untersuchung. — Im Zeitabschnitt der Gleichstromwendung stellt eine transformatorische EMK immer eine Vergrößerung der Rest-EMKe dar. Da Überkommutierung ebenso Funken hervorruft wie Unterkommutierung, ist es gleichgültig, ob ihr Augenblickswert positiv oder negativ ist: Die Oberwelle verschlechtert auf alle Fälle die Gleichstromwendung, falls der Wendepol richtig bemessen wurde, wie hier stets vorausgesetzt werden muß.

Da der Strom im Zeitabschnitt der Gleichstromwendung seinen Maximalwert erreicht, ist das aktive Eisen schon bei geringen Effektivströmen als gesättigt zu betrachten, und der zur Ermittlung der Wechselstromwendungs-Vorgänge benutzte Berechnungsansatz wird hier unbrauchbar. Beschränkt man sich aber zunächst auf die Harmonischen von hoher Ordnung, so kann ein Ansatz benutzt werden, der für den mit welliger Gleichspannung gespeisten Gleichstrommotor gilt. Die ganze, an anderer Stelle[6] durchgeführte Berechnung ist hier unmittelbar verwendbar, bis zur dortigen Gl. (22), die mit den von uns gewählten Bezeichnungen zu schreiben ist:

$$\Phi_{m_{\max}} = U_m \frac{a'}{\sqrt{r'^2 + m^2 \omega^2 l'^2}}. \tag{16}$$

Dabei bedeuten

$$r' = R + \left(a' + \frac{b}{i}\right) n K_1 \tag{17}$$

$$l' = K_2 + a' K_3 \tag{18}$$

$$\Phi = b + a' i. \tag{19}$$

Da a' und b als konstante Werte betrachtet werden, was nur für ein kurzes Stück der ganzen Magnetisierungskurve zutrifft, gilt diese Berechnungsart nur für die Harmonischen hoher Frequenz, etwa für die von höherer als 15. Ordnung. Für derart großes m läßt sich Gl. (16) vereinfachen:

$$\Phi_{m_{\max}} = U_m \frac{a'}{m \omega l'}. \tag{20}$$

Bezeichnet man den Maximalwert der von der $m$ten Harmonischen hervorgerufenen transformatorischen EMK mit E_m, so ist:

$$E_m = m \omega \Phi_{m_{\max}} \cdot 10^{-8} \text{ Volt}. \tag{21}$$

Dabei ist vorausgesetzt, daß der Anker die übliche Schleifenwicklung mit einer Windung je Steg besitzt. Aus Gl. (20) und (21) folgt weiter:

$$E_m = U_m \frac{a'}{l'} \cdot 10^{-8} \text{ Volt}. \tag{22}$$

Setzt man nun an Stelle von l' einfach $a' K_3$, so läßt diese Vernachlässigung bei den üblichen Größenverhältnissen des Einphasen-Bahnmotors E_m um etwa 25 % zu groß erscheinen. So entsteht aus Gl. (22):

$$E_m = U_m \frac{0{,}75}{K_3} \cdot 10^{-8} \text{ Volt}. \tag{23}$$

Hat die Erregerwicklung des Motors w in Reihe geschaltete Windungen, so ist

$$K_3 = w \cdot 10^{-8} \tag{24}$$

$$E_m = U_m \frac{0{,}75}{w} \text{ Volt}. \tag{25}$$

Wenn durch die Harmonische die Gleichstromwendung um $100\,z$ % verschlechtert wird, so entspricht nach Abschnitt 3 a) bei einem Bahnmotor üblicher Bauart ein $E_m = 1$ V einem z von $4{,}5 : 3{,}5 - 1 = 0{,}286$. Damit entsteht aus Gl. (25):

$$z = 0{,}286 \cdot 0{,}75 \cdot \frac{U_m}{w}. \tag{26}$$

Bezeichnet man den Effektivwert der von der Grundwelle induzierten transformatorischen EMK mit e_1, so ist der Effektivwert des induktiven Spannungsabfalls in der Erregerwicklung $w e_1$. Er beträgt bei den heutigen Motoren ungefähr 75 % des ganzen wattlosen Vektors der Klemmenspannung, der gleich $U_1 \sin\varphi_1$ zu setzen ist. Daher wird

$$w e_1 \sqrt{2} = 0{,}75\, U_1 \sin\varphi_1 \tag{27}$$

und es entsteht aus Gl. (26):

$$z = \frac{U_m}{U_1} \cdot \frac{1}{\sin\varphi_1} \cdot 0{,}4\, e_1. \tag{28}$$

Vergleicht man dieses Ergebnis mit Gl. (14) und berücksichtigt, daß beide Gleichungen nur für großes m gelten, so folgt, daß zur Berechnung der Oberwelleneinflüsse der gleiche Vergrößerungsfaktor x' sowohl für die Gleichals auch für die Wechselstromwendung benutzt werden kann, also Gl. (28) auch geschrieben werden darf:

$$z = u\, x' \cdot 0{,}4\, e_1. \tag{29}$$

Das Ergebnis legt die Vermutung nahe, daß die Gl. (29) vielleicht doch angenähert auch für die Harmonischen niederer Ordnung benutzt werden darf. Nach Gl. (11) war der Unterschied zwischen den Vergrößerungsfaktoren der verschiedenen Harmonischen hauptsächlich durch das Größenverhältnis zwischen r^2 und $(m \omega l)^2$ gegeben. Wenn dieses angenähert das gleiche ist wie das zwischen r'^2 und $(m \omega l')^2$, so werden die Werte der verschiedenen Vergrößerungsfaktoren für die einzelnen Harmonischen bei der Gleichstromwendung um etwa ebensoviel wie bei der Wechselstromwendung voneinander abweichen. Da diese Annahme ungefähr zutrifft, gilt tatsächlich Gl. (29) auch näherungsweise für die Harmonischen niedriger Ordnung.

Zur Ermittlung des Einflusses der Harmonischen auf die Kommutierung ist also bei der Gleichstromwendung

[5] Vgl. K. Töfflinger, wie Fußnote 4, Abb. 1.
[6] K. Töfflinger, Bergmann-Mitt. Bd. 7, S. 262 (1929).

Digitized by Google

genau so wie bei der Wechselstromwendung zu verfahren, und es ist nur noch das für die Wechselstromwendung geltende x mit dem Faktor $0{,}4\,e_1$ zu multiplizieren. Da neuzeitliche Motoren stets mit $e_1 = 3{,}2$ V gebaut werden, ist $0{,}4\,e_1$ gewöhnlich gleich 1,28, d. h. die Oberwelle erschwert meistens die Gleichstromwendung um etwa 30 % mehr als die Wechselstromwendung.

4. Das Gesamtbild der Stromwendung.

Zwischen den höchsten Beanspruchungen der Wechsel- und der Gleichstromwendung liegt ein Zeitraum von ¼ Periode der Grundwelle, also von $90\,m$ ° im Maßstab der $m$ten Harmonischen. Wenn daher eine 3. Harmonische die Wechselstromwendung gerade am stärksten beeinflußt, so übt sie keine besondere Wirkung auf die Gleichstromwendung aus und umgekehrt. Je nach dem Quadranten, in dem der die Phasenlage der Harmonischen bestimmende Winkel $m\,\alpha$ liegt, sind für die Gesamtwirkung der Harmonischen auf die Stromwendung 4 Fälle zu unterscheiden:

	Wirkung der 3. Harmonischen auf:		
	Wechselstr.-Wendg.	Gleichstr.-Wendg.	gesamt
I. Quadr.	günstig	0	günstig
II. „	0	ungünstig	ungünstig
III. „	ungünstig	0	„
IV. „	0	ungünstig	„

Nur in etwa 25 % aller Fälle wirkt also die 3. Harmonische günstig auf die Stromwendung ein, sonst ist sie immer schädlich.

Da der Zeitabschnitt, in dem die Bürsten bei der Gleichstromwendung hoch beansprucht werden, etwa 30 ° umfaßt, wird eine Oberwelle die Gleichstromwendung immer verschlechtern, sobald $30\,m$ gleich oder größer als 180 wird. Daher erschweren alle Harmonischen von mehr als 7. Ordnung stets die Gleichstromwendung, und die von mehr als 15. Ordnung aus ganz ähnlichen Gründen auch stets die Wechselstromwendung. Oberwellen hoher Ordnung sind also gefährlicher als die niederer.

Sind die Bürsten an sich niedrig beansprucht, so werden sie noch ohne Funken erhebliche Mehrbelastungen ertragen. Bei kleiner Geschwindigkeit z. B. braucht auch eine erhebliche Erschwerung der Gleichstromwendung noch keine Störung zu bedeuten. Ist aber z. B. der Wendepol von vornherein nicht richtig bemessen, so werden die Oberwellen vorzugsweise Störungen der Gleichstromwendung hervorrufen. Es ist also die genaue Kenntnis aller Eigentümlichkeiten der betreffenden Maschine erforderlich, um angeben zu können, welche Folgen irgendeine bestimmte Oberwelle ergeben wird. Alle hier durchgeführten Überlegungen können also immer nur die Erscheinungen beschreiben, die an einer fehlerfreien Maschine der heute üblichen Bauart zu erwarten sind. Für Betrachtungen allgemeiner Art genügt auch aus diesem Grunde eine angenäherte Berechnungsweise.

D. Ein Maßstab für die Schädlichkeit der Harmonischen.

Eingehendere Untersuchungen zeigen, daß die Oberwellen die Eisenverluste etwa in dem gleichen Maße erhöhen, wie sie die Stromwendung erschweren. Da die Erfahrung lehrt, daß die Eisenverluste meistens geringer werden als die vorausberechneten, und anderseits wegen der unvermeidlichen Unvollkommenheiten in der Herstellung der Blechpakete doch vorsichtig gerechnet werden muß, spielt die hier in Frage kommende Erhöhung der Eisenverluste keine so wichtige Rolle, daß ihre genauere Erörterung lohnte. Von noch geringerer praktischer Bedeutung ist die Änderung des Drehmoments und die Erhöhung der zusätzlichen Kupferverluste, die durch Oberwellen der hier in Betracht kommenden Größenordnungen verursacht werden könnten. Da demnach die Verschlechterung der Stromwendung für die Betriebsfähigkeit des Motors im allgemeinen weit gefährlicher als alle anderen Oberwellenstörungen ist, muß sie den Maßstab für die Gefährlichkeit der Harmonischen liefern.

Nach den abgeleiteten Gleichungen bleiben die Stromwendungstörungen gering, solange der Motor mit schlechtem Leistungsfaktor arbeitet, also das Fahrzeug langsam fährt. Bei voller Fahrt wird dagegen der Leistungsfaktor sehr hoch, meistens 0,95 und darüber, so daß der Motor gegen alle Störungen empfindlich wird. Außerdem ist dabei auch die Beanspruchung seiner Bürsten bei der Gleichstromwendung am höchsten, so daß die Folgen der Harmonischen am ehesten bemerkbar werden. Schließlich dauert der Anfahrzustand, abgesehen von Verschiebelokomotiven, nur verhältnismäßig kurze Zeit, so daß die bei voller Fahrt auftretenden Stromwendungstörungen einen unvergleichlich größeren Einfluß auf die Abnutzung von Bürsten und Kommutator besitzen.

Es besteht daher kein Zweifel, daß Vergleichsrechnungen der hohe Leistungsfaktor der vollen Fahrt zugrunde gelegt werden muß. Dabei sind auch die Motoren meistens weniger als mit dem Stundenstrom belastet, so daß die effektive transformatorische EMK in diesem Betriebszustand nur etwa 2,5 V erreicht. In diesem Falle stimmen die Gl. (13), (14) und (29) miteinander überein, denn die Harmonischen gefährden dann Gleich- und Wechselstromwendung in dem gleichen Maße.

Entschließt man sich nun, irgendeinen bestimmten der hier in Frage kommenden Leistungsfaktoren, z. B. 0,95, für etwaige Vergleiche einheitlich festzulegen, so ist durch diesen auch $\operatorname{tg}\varphi_1 = y = 0{,}328$ bestimmt, und es entsteht aus Gl. (13):

$$x = u\,x' = \frac{U_m}{U_1}\sqrt{\frac{1+0{,}328^2}{1+m^2\cdot 0{,}328^2}}\,; \qquad (30)$$

daraus ergibt sich für

$m =$	3	5	7	9	11	13	15	.....	∞
$x' =$	2,25	2,75	2,94	3,04	3,09	3,12	3,14	.....	3,21.

Die Schädlichkeit der Harmonischen ist proportional x'. Wird also gefordert, daß z. B. eine Klemmenspannungsform die Stromwendung gegenüber einer reinen Sinuslinie nur um höchstens 20 % erschweren darf, so muß die Bedingung erfüllt sein:

$$0{,}20\,U_1 > 2{,}25\,U_3 + 2{,}75\,U_5 + 2{,}94\,U_7 + \cdots \qquad (31)$$

Es erscheint nicht unmöglich, daß auf dieser Grundlage später einmal die Bedingungen für die zulässigen Abweichungen der Klemmenspannungskurve von der Sinuslinie einheitlich festgelegt werden könnten. Derartige Festsetzungen sind jedoch praktisch wertlos, wenn es kein einfaches Mittel gibt, um die Erfüllung der gestellten Bedingung nachzuprüfen. Hier erscheint es durchaus möglich, ein Meßgerät zu bauen, das unmittelbar den Summenwert der rechten Seite der Formel (31) anzeigt, denn eine ähnliche Aufgabe erfüllen bereits die Störspannungsmesser, die man in der Fernmeldetechnik zur Messung von Starkstromstörungen benutzt.

E. Maßnahmen zum Schutz des Motors.

Auch wenn man berücksichtigt, daß die vorliegenden Berechnungen nur näherungsweise gelten, so dürften doch schon die Harmonischen, die in den jetzigen Bahnnetzen auftreten, die Stromwendung um etwa 10 % und mehr erschweren. Wird die Kurvenform des Netzes noch schlechter, so erscheinen danach merkliche Störungen wahrscheinlich. Wenn z. B. bei den Stromrichtern die Harmonische des Anodenwechsels ebenso wie bei den jetzigen Gleichrichtern 8 % erreichen sollte, so wird sie allein die Stromwendung bereits um etwa 25 % erschweren. Da heute noch nicht feststeht, ob es später einmal gelingen wird, derartige Harmonische besser zu unterdrücken, erscheint es notwendig, nach Mitteln zum Schutze des Motors Umschau zu halten.

Das Wichtigste wurde bereits erwähnt: Ein unnötig hoher Leistungsfaktor ist zu vermeiden. Er bringt auch keine besonderen Vorteile mehr, denn der Leistungsfaktor des ganzen Bahnnetzes ist wirkungsvoll doch nur dadurch zu verbessern, daß man den Leerlaufstrom der Transformatoren niedrig hält, und nicht dadurch, daß man den Leistungsfaktor der Motoren noch etwas über 0,95 hinaus erhöht.

Ein anderes Mittel, das sich bereits beim Gleichstrom-Bahnmotor für den gleichen Zweck bewährt hat, ist das Parallelschalten eines ohmschen Widerstandes zur Feld- oder Ständerwicklung. Nach den vorhandenen Prüffelderfahrungen dürfte dieses einfache und billige Mittel, das gleichzeitig auch noch zur Bekämpfung zu hoher Spitzen der transformatorischen EMK der Grundwelle vorteilhaft ist, in vielen Fällen zur Beseitigung der Störungen ausreichen. Auch das Parallelschalten eines Kondensators an Stelle des ohmschen Widerstandes ist versucht worden. Es ist zwar sehr wirkungsvoll, hat aber den Nachteil, daß sich bei bestimmten Drehzahlen Resonanzschwingungen von erheblicher Größe einstellen, die wiederum eine neue Störung bilden. Diese Schaltung ist also nur für Sonderfälle, etwa für Motoren mit dauernd gleichbleibender Drehzahl, brauchbar.

Von den Aufgaben, die zur weiteren Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebs zu lösen sind, dürfte danach z. Z. eine der wichtigsten sein, einerseits den Einphasen-Bahnmotor unempfindlicher gegen Klemmenspannungsoberwellen zu machen und anderseits überhaupt die Oberwellen im Bahnnetz besser zu unterdrücken.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Die Verlegung eines Dreimantel-Drehstromkabels für 60 000 V durch den Alsensund. — In Dänemark, etwa 1 km nördlich der vom Festland nach Sonderburg führenden Brücke, wurde im Auftrage des Elektrizitätswerkes Apenrade von der AEG am 5. X. 1932 ein Dreimantel-Drehstromkabel durch den Alsensund verlegt. Das Kabel stellt eine Sunddurchquerung im Verlauf einer längeren 60 kV-Freileitung dar. Sein Aufbau entspricht den VDE-Vorschriften von 1928. Bleistärke, Bewehrung usw. sind den besonderen Verhältnissen angepaßt. Bei einem Gesamtdurchmesser von 126 mm wiegt das Kabel etwa 40 kg/m.

Bei der Herstellung wurde das Kabel unmittelbar von der Armiermaschine über eine Rollenbahn auf die Verlegungstrommel aufgeschossen. Die Trommel war mit der Achsrichtung in Kiellinie in einem Motorschiff aufmontiert, das gleichzeitig für den Transport über die Ostsee und für die Verlegung bestimmt war.

Der Alsensund, der etwa 500 m breit ist, hat eine maximale Tiefe von etwa 16 m. In der Nähe der Küste ist das Wasser flach. Mit Rücksicht hierauf wurden von beiden Seiten Stege in etwa Wasserhöhe bis zum Fahrwasser auf eingerammten Pfählen gebaut, um die Kabelenden bequem und ohne Gefährdung landen zu können. Die Verlegung im Fahrwasser wurde so vorgenommen, daß das Motorschiff mit der Kiellinie senkrecht zur Kabelstrecke liegend mittels Seilwinden quer über den Sund gezogen wurde, wobei das Kabel über Steuerbord ablief. Indem das Schiff dabei mit seinem Schraubenantrieb der Strömung entgegenarbeitete, gelang es, dasselbe während der Verlegungsdauer praktisch auf gleicher Höhe zu halten. Zur Aufnahme des Kabelendes diente ein Prahm, der zwischen Motorschiff und Steg lag. Von hier aus wurde das Kabel über Rollen, die auf dem Steg verteilt waren, gelandet und im Anschluß hieran in kleine Rinnen, die in dem Niedrigwasser gezogen waren, gebettet.

Die beschriebene 60 kV-Überquerung, die in der Lage ist, etwa 20 000 kVA zu übertragen, übernimmt nunmehr an Stelle von zwei alten 15 kV-Kabeln die Versorgung der Insel Alsen. Am 5. XII. 1932 wurde die Übertragung in Betrieb genommen. *G. A. F.*

Rohrmaste. — Bei der Herstellung von Gittermasten aus Rohren bot bisher das Zusammenfügen der einzelnen Bauelemente durch Nieten und Schrauben Schwierigkeiten. Diese Schwierigkeiten sind durch die Fortschritte der Schweißtechnik überwunden worden. Rohrmaste, wie sie von den Benteler-Werken AG., Bielefeld, hergestellt werden, bieten im Vergleich zu Gittermasten aus Profileisen mancherlei Vorteile.

In den Kurven der Abb. 1 und 2 sind verschiedene Gegenüberstellungen von Profileisenmasten und Rohrmasten der genannten Firma für einen Spitzenzug von 1000 kg und mit den Längen 8 bis 16 m zusammengestellt. Abb. 1 zeigt z. B. die verschiedenen Windbelastungen. Aus der graphischen Darstellung ist ersichtlich, daß bei den Rohrmasten die Windbelastungen teilweise um über 50 % geringer sind. In Gegenden, wo mit erhöhter Windbelastung zu rechnen ist, wirkt sich dieser Faktor ganz besonders aus, da der Winddruck nicht nur auf die Bemessung des Mastes, sondern auch auf die Ermittlung der Fundamentabmessungen großen Einfluß hat. Dadurch, daß der runde Querschnitt nach allen Seiten das gleiche Trägheits- und Widerstandsmoment hat, bietet der Rohrmast in statischer Hinsicht eine größere Sicherheit, und es können nicht unerhebliche Gewichtseinsparungen gemacht werden.

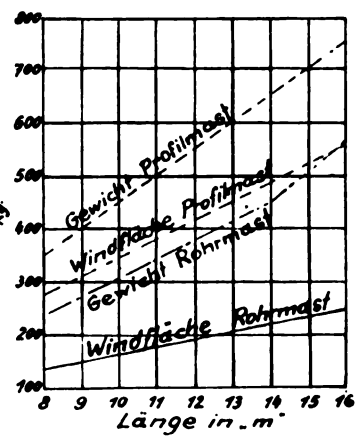
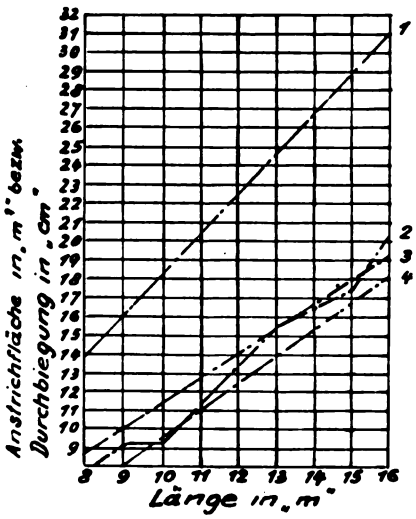


Abb. 1. Vergleich der Gewichte und Windflächen.

Die weiteren Kurven der Abb. 1 veranschaulichen eine Gewichtsgegenüberstellung der beiden Mastarten. Es ist ersichtlich, daß die Gewichte der Rohrmaste bedeutend niedriger liegen als die der Maste aus Profileisen. Der Gewichtsunterschied beträgt bei diesem Typ 25 ··· 30 %. Das geringe Gewicht der Rohrmaste macht sich noch besonders bei dem Transport und beim Aufstellen bemerkbar. Bei schlechten Geländeverhältnissen (Sumpf, Moor usw.) spielt gerade der Transport eine große Rolle. Beim Bau einer kürzlich ausgeführten Leitungstrecke konnte nachgewiesen werden, daß bei der Montage der Rohrmaste bis zu 30 % an Montagekosten eingespart werden. Durch die allerseits glatten Flächen lassen sich diese Rohrmaste bequem besteigen; ein Verletzen der Monteure ist kaum möglich. Die Anstrichflächen liegen etwa 40 % und mehr unter denen der Profileisenmaste.

Die Kurven *1* und *3* der Abb. 2 bringen eine Übersicht der Anstrichflächen. Es ist nur die Anstrichfläche für den aufgestellten Mast ermittelt. Schon beim ersten Anstrich können nicht unerhebliche Kosten an Farbmaterial und Löhnen eingespart werden. Weiter haben die Maste keine Wasser- und Schneesäcke; der runde Querschnitt bzw. die glatten Flächen können gut vom Winde umspült werden. Nach feuchter Witterung kann also der Mast schnell wieder abtrocknen, und die Lebensdauer des Anstrichs wird bedeutend verlängert. Innen werden die Rohre vor dem Zusammenbau heiß asphaltiert. Die Diagonalen werden an den Enden verschweißt, so daß beim fertigen Mast keine Feuchtigkeit, welche zu Rostansätzen führen könnte, eindringen kann. Da die Anstrichfläche bedeutend geringer ist als bei dem Mast aus Profileisen, so ist auch die Gefahr des Rostens bedeutend geringer.



1 Anstrichfläche Profilmast
2 Durchbiegung „
3 Anstrichfläche Rohrmast
4 Durchbiegung „

Abb. 2. Vergleich der Anstrichfläche und Durchbiegungen.

In Kurve *2* und *4* (Abb. 2) sind die Durchbiegungen der beiden Mastarten zusammengestellt. Trotz der vorerwähnten Vorteile der Rohrmaste liegen die Durchbiegungen größtenteils noch unter denen der Profileisenmasten. Die quadratischen Maste werden aus runden Ecksäulen, die der Firma geschützten und zum Patent angemeldeten Flachmaste aus ovalen Ecksäulen hergestellt. Die Verstrebungen bestehen bei allen Masten aus runden Rohren. Die quadratischen Maste können für alle Leitungen, bis zu den größten Längen und Spitzenzügen hergestellt werden. Die Flachmaste werden mit Vorliebe für Stützpunkte bei Straßenbahnen, Ortsnetzen und Straßenüberspannungen verwendet. Auch für Beleuchtungszwecke, insbesondere für die Reichsbahn, findet der Flachmast vielfach Verwendung. H. Rixe.

Elektromaschinenbau.

Der Einfluß der Schrägstellung der Ankernuten auf die Streuung von Asynchronmaschinen. — Um bei Asynchronmotoren die Geräuschbildung, die Sattelbildung in der Drehmomentenkurve und die Unterschiede zwischen Maximal- und Minimalmoment beim Anlauf zu vermindern, stellt man die Rotornuten um 1 ··· 1,5 Nutteilungen

Digitized by Google

schräg. Bei $2p$ Polen und Z Rotornuten wird dann die doppelt verkettete Streuung um

$$\sigma_s = (3{,}29 \cdots 7{,}4)\ \frac{p^2}{Z^2}$$

größer, wodurch die Gesamtstreuung von

$$\sigma = 1 - \frac{M_0^2}{L_1 L_2} = \frac{\sigma_{10} + \sigma_{20} + \sigma_{10}\,\sigma_{20}}{(1 + \sigma_{10})(1 + \sigma_{20})}$$

bei geraden Nuten auf

$$\sigma = \frac{(\sigma_{10} + \sigma_{20} + \sigma_{10}\,\sigma_{20}) + \sigma_s}{(1 + \sigma_{10})(1 + \sigma_{20})}$$

bei schrägen Nuten zunimmt.

Bei Käfigankern wird die doppeltverkettete Rotorstreuung durch Schrägstellung der Läufernuten um 1 Nutteilung gerade verdoppelt. Bei Schleifringankern erhält man für eine Schrägstellung der Läufernuten um 1 ··· 1,5 Nutteilungen folgenden Vergleich zwischen dem Koeffizienten σ_s und der Summe $\sigma_{d_{10}} + \sigma_{d_{20}}$ der Koeffizienten der doppeltverketteten Stator- und Rotorstreuung bei schrägen Rotornuten:

$\frac{Z}{p}$ → Stator / ↓ Rotor	12	18	24	30	σ_s
	$\sigma_{d_{10}} + \sigma_{d_{20}}$				
12	0,056	0,048	0,037	0,035	0,023 ··· 0,051
18	0,042	0,028	0,023	0,020	0,010 ··· 0,023
24	0,037	0,023	0,018	0,015	0,006 ··· 0,013
30	0,035	0,020	0,015	0,013	0,004 ··· 0,008

(L. Dreyfus, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 875.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Stroboskopische Bewegungsbilder. — Das Verfahren, periodisch bewegte Maschinenteile stroboskopisch aufzunehmen, ermöglicht ein unmittelbares Studium der Bewegungsvorgänge. Beispielsweise läßt uns die stroboskopische Beleuchtung einer Synchronmaschine den Läufer so sehen, wie wenn wir uns synchron mit dem Statorfeld bewegen würden. Eine Reihe zeitlich nacheinander gemachter Aufnahmen läßt die Winkelabweichung während des Einlaufes in den Synchronismus erkennen und gibt Aufschluß über die Pendelungen bei Schalt- und Kurzschlußstörungen oder bei plötzlichen Belastungsänderungen, wie sie etwa beim Walzantrieb vorkommen. Besonders wertvoll können die Beobachtungen werden, wenn gleichzeitig Oszillogramme aufgenommen werden. Bedingungen sind folgende: 1. Intermittierendes Licht synchron mit dem Wechselstrom, 2. große Intensität, sehr aktinische Strahlen, 3. Dauer des Lichtblitzes höchstens 10 µs. Edgerton beschreibt eine Anordnung (Abb. 3), bei der eine Thyratronröhre Quecksilberdampf-Lichtimpulse aussendet, die durch Entladung eines Kondensators zustande kommen. Während das Gitter negativ ist, fließt kein Strom von der Hauptanode; der Kondensator wird über den Widerstand R aufgeladen (Abb. 4). Der Ladestrom klingt nach der bekannten Exponential-

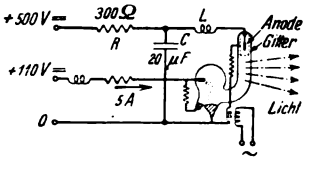


Abb. 3. Schaltung des Thyratronkreises.

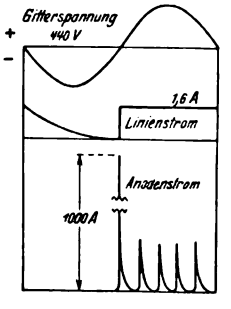


Abb. 4. Spannungs- und Stromverlauf.

funktion ab. R und C sind so abgeglichen, daß die Spannung an C während dieses Wechsels praktisch 500 V wird. Zu Beginn der nächsten Halbperiode wird das Gitter positiv, so daß Strom von der Anode fließt. Jetzt entlädt sich C auf die Röhre. Das Licht des Bogens durch den Anodenstrom ist wirkungslos gegenüber dem der Kondensatorentladung. Unter bestimmten Bedingungen ist der Anodenstrom oszillatorisch. Die Hilfsanode dient zur Aufrechterhaltung der Elektronenaussendung der Kathode. Nach Beendigung der Arbeitshalbwelle wird das Gitter wieder negativ und der Anodenstrom erlischt; C wird wieder aufgeladen. Bei der Aufnahme des Synchronmotors wurden weiße Kartonkragen um die Pole gelegt und abwechselnd mit N und S bezeichnet. Der Frontring wurde weiß gestrichen und die vorstehenden Wicklungsköpfe schwarz, so daß die einzelnen Statornuten deutlich sichtbar wurden. Die Aufnahme wurde kinematographisch mit einem panchromatischen 16 mm-Film mit 16 Aufnahmen je Sekunde gemacht bei Linsenöffnung f 1,9. Bei Verwendung einer Spezialkamera, bei der der Film mit gleichförmiger Geschwindigkeit abläuft, so daß gewissermaßen eine Reihe von Blitzlichtaufnahmen gemacht wird, könnte die Läuferstellung in jeder Periode festgehalten werden. Bei Verwendung des Kinematographen ist die gleichzeitige Aufnahme einer Uhr, deren Zeiger 1 U/s mit konstanter Geschwindigkeit macht, notwendig, weil keine bestimmte Beziehung zwischen der Frequenz des Kinematographen und der des intermittierenden Lichtes besteht. (Edgerton, Electr. Engng. Bd. 50, S. 327.) *Be.*

Beleuchtung.

Linestra-Röhren. — Der neuzeitliche Bau verlangt oft die Ausbildung von Leuchtlinien und Leuchtflächen, die als Bau- oder Schmuckformen in den Raum eingegliedert werden. Ununterbrochene weiße Leuchtlinien oder Leuchtbänder konnten bisher nur durch lichtstreuende Verglasungen, die von einer Reihe von Glühlampen durchleuchtet werden, oder durch Anleuchtung von hellen Flächen mittels verdeckter Lichtquellen erzielt werden. Die Leuchtröhren mit Edelgasfüllungen bilden zwar linienförmige Lichtquellen, sie liefern jedoch nur farbiges Licht und benötigen zum Betrieb Hochspannung[1], wodurch bei erhöhten Anlagekosten die Verwendung erschwert wird. Das gleiche gilt für die weiß leuchtenden Kohlensäure- und gelb strahlenden Stickstoffröhren, die außerdem eine geringere Lichtausbeute als die Edelgasröhren besitzen.

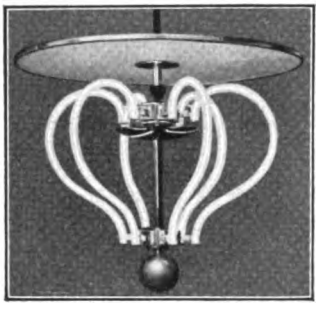


Abb. 5. Leuchte aus gebogenen Osram-Linestra-Röhren.

Durch die Ausbildung der Wolframröhren, einer röhrenförmigen, an normale Spannung anschließbaren Glühlampe, deren Leuchtdraht nach einem besonderen Verfahren gehaltert ist, kann das Verlangen nach weißen Leuchtlinien befriedigt werden. Gebogene (Abb. 1) und gerade Formen (Abb. 2) sind möglich, wenn auch die gerade 1 m- und ½ m-Röhre mit 30 oder 45 mm Dmr. als normale Form anzusehen ist. Ausgedehnte Leuchtlinien werden durch Aneinanderreihen von einzelnen Elementen, z. B. Einheitsröhren von 1 m Länge, gebildet. Um ein lückenloses Aneinanderstoßen zu erhalten, ist der Sockel kurz vor dem Ende der Röhre seitlich angebracht, so daß die Leuchtröhre in normaler Blickrichtung den Sockel und die dazugehörige besondere Fassung verdeckt. Für Son-

Abb. 6. Ladenbeleuchtung durch weißleuchtende linienförmige Lichtquellen (Osram-Linestra-Röhren).

[1] In neuerer Zeit sind auch Leuchtröhren zum Anschluß an Netzspannung entwickelt worden, die zur Innenraumbeleuchtung verwendet werden können, und die bereits vereinzelt benutzt worden sind. (Vgl. M. Pirani, ETZ 1930, S. 889.)

Digitized by Google

derfälle ist auch eine andere Sockelung durchführbar. Der kleine Durchmesser der Wolframröhre läßt eine geringe Bauhöhe und somit geringen Raumbedarf zu.

Die Leistungsaufnahme der Einheitsröhren von 50 bzw. 100 W und die Lebensdauer entsprechen den Daten normaler Glühlampen. Zwecks Blendungsvermeidung werden die Röhren normalerweise weiß gefärbt; die so erzielte geringe Leuchtdichte ermöglicht ihre Verwendung ohne Umhüllung mit lichtstreuenden Stoffen. *Su.*

Heizung. Öfen.

Elektrische Großküchen in England. — Auch in England findet die elektrische Großküche immer größere Verbreitung. Nachdem bereits 1907 in Dublin die erste derartige Anlage in einer Fabrikkantine in Betrieb genommen wurde (die übrigens ohne Störung bis 1929 arbeitete), finden sich heute eine große Reihe solcher Anlagen vor allem in Kasinos, Instituten, Krankenhäusern usw., während die allgemeine Einführung in Gaststätten bisher an der traditionellen Einstellung der englischen Köche scheiterte. Die Einrichtung der elektrischen Großküche in England unterscheidet sich durch den ganz anderen Essensgeschmack wesentlich von deutschen Anlagen. Wie nachstehendes Beispiel eines Londoner Restaurants mit 5000 ausgegebenen Portionen je Tag zeigt, überwiegen Bratöfen, Fischbrater usw., während in Deutschland meist Kochkessel vorherrschen. Es sind eingebaut: 1 großer und 4 kleine Bratöfen, 3 Dämpfer (steaming-ovens), 4 Pastetenöfen, 3 Spezialöfen, 1 Fischbrater, 4 Grills, 5 Kochtische, 2 Fischkessel, 2 Wärmetische, 3 Bain-Marie. Die Haltbarkeit der Geräte wird als gut bezeichnet. Als jährliche Unterhaltungskosten wird mit 1 ··· 1,5 %, in Gaststätten mit 3 ··· 5 % der Anschaffungskosten gerechnet. Die Einführung der elektrischen Großküche wird seitens der Elektrizitätswerke durch Einräumung geeigneter Tarife (etwa 8,7 Pf/kWh)[1] sehr gefördert, da auch in England die Bedeutung der elektrischen Großküche als Lastausgleich klar erkannt wurde. In gewissen Fällen wurde dem Kunden sogar die gesamte Kücheneinrichtung zunächst mietweise überlassen. (T. Settle, J. Inst. electr. Engr. Bd. 71, S. 171.) *Mö.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Fortführung der Elektrisierung bei den Niederländischen Eisenbahnen. — Auf Grund des Beschlusses vom 3. IX. 1932 hat man nunmehr mit den Arbeiten zur Einführung des elektrischen Betriebes auf der 19,7 km langen Strecke Rotterdam—Dordrecht begonnen. Die Oberleitung wird diesmal von der Eisenbahnverwaltung selbst verlegt, den Strom liefert das Städtische Elektrizitätswerk Rotterdam. Der Betrieb selbst wird in der gleichen Weise geführt wie auf den anschließenden bereits elektrisierten Strecken. Die Bahnhöfe Rotterdam DP und Beurs erhalten aus diesem Anlaß die allerdings auch ohnehin dringend nötigen schienenfreien Zugänge zu den einzelnen Bahnsteigen, auch in Dordrecht müssen die Bahnsteiganlagen verbessert werden. (Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. Bd. 73 S. 194).

Fernmeldetechnik.

Die englischen Fernsprechkabel-Verbindungen mit dem europäischen Festland. — Großbritannien ist mit dem europäischen Festland durch 15 Fernsprechseekabel verbunden, die sich ihrer Lage und Verwendung nach in 3 Gruppen gliedern. Die Nordgruppe mündet bei Domburg in Holland und dient dem Sprechverkehr mit Amsterdam, Berlin, Hamburg, Kopenhagen, Malmö, Oslo, Rotterdam und Stockholm. Die Mittelgruppe verläuft nach La Panne in Belgien und hat unmittelbare Verbindung mit Antwerpen, Berlin, Brüssel, Budapest, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Köln, Prag und Wien. Die Südgruppe besteht aus einer größeren Zahl Kabel, die nach 5 verschiedenen Landungsorten in Frankreich geführt sind und Verbindung mit folgenden Städten herstellen: Basel, Calais, Genf, Genua, Lille, Madrid, Mailand, Marseille, Paris, Rom und Zürich. In England sind die Kabel aller drei Gruppen durch Landkabelanschlüsse mit London, dem Betriebsmittelpunkt, verbunden.

Zwei Kabeldampfer, „Monarch" und „Alert", 1150 und 940 t groß, haben die Unterhaltungsarbeiten an den Seekabeln auszuführen. Die ältesten der für den Sprechverkehr benutzten Kabel sind über 40 Jahre alt. Aus nachstehender Übersicht ist Näheres über Alter, Verlauf, Stärke und Länge der Seekabel zu entnehmen:

Verlegungsjahr	Kabel	Aderzahl	Länge in Seemeilen
1891	St. Margarets – Sangatte	4	21,2
1897	Abbots Cliff – Grisnez	4	21,4
1910	Abbots Cliff – Grisnez	4	20,4
1912	Abbots Cliff – Grisnez	4	22,4
1918	Dover – Sangatte	4	20,5
1918	Dungeneß – Audrecelles	4	27,6
1918	Dungeneß – Audrecelles	4	26,5
1922	Aldeburgh – Domburg	4	82,9
1924	Aldeburgh – Domburg	16	82,3
1926	Aldeburgh – Domburg	16 +	86,1
1926	Canterbury (Dumpton) – La Panne	28	25,3
1927	Seabrook – Audrecelles	28	25,3
1930	Canterbury (Dumpton) – La Panne	28	50,3
1930	Seabrook – Le Portel	28	32,1
1932	St. Margarets – La Panne	120	50,0

(Telegr. Teleph. J. Bd. 19, S. 85.) *Gth.*

Selbsterregung von Verstärkern durch Kopplung der Anodenströme. — Die Möglichkeit der Selbsterregung bei Zwei- und Dreirohrverstärkern durch Kopplung der Anodenkreise wird untersucht. Der Zweirohr-Widerstandsverstärker, auch der mit kapazitiver Verbindung zwischen den Rohren, ist in keiner Weise selbst erregbar; dagegen wohl der Zweirohr-Transformatorverstärker sowohl bei Ohmscher als auch bei kapazitiver Kopplung der Anodenkreise. Der Dreirohr-Widerstandsverstärker ist selbsterregbar bei Kopplung zwischen 1. und 3. Anodenkreis, die je nach Schaltung ohmisch, induktiv oder aucn kapazitiv sein kann. (W. O. Schumann, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 8, S. 580.)

Werkstatt und Baustoffe.

Die elektrischen Eigenschaften des russischen Kolophoniums. — Für die Tränkung von Hochspannungskabeln werden Mischungen — Kolophoniumlösungen in Mineralöl — verwendet. Es findet sich, daß die Mischungen aus russischem Kolophonium kraft ihrer elektrischen Eigenschaften den Mischungen aus amerikanischem Kolophonium nachstehen und den Normen nicht entsprechen. Nach vielen Versuchen wurde gefunden, daß die elektrischen Eigenschaften des russischen Kolophoniums (Leitfähigkeit und Verluste) verbessert und dem amerikanischen Kolophonium gleichgemacht werden können mit Hilfe einer nachträglichen Erwärmung bei etwa 200 ° C oder einer Änderung der Betriebsbedingungen.

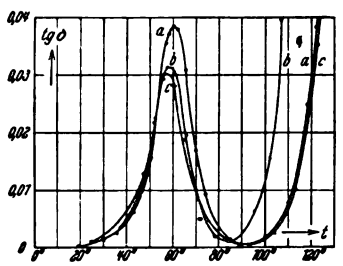


Abb. 7. Temperaturabhängigkeit des Verlustwinkels bei 50 Per/s.

Abb. 7 zeigt die Temperaturabhängigkeit des Verlustwinkels für reines Harz. Die Kurven zeigen, daß die elektrischen Eigenschaften des thermisch bearbeiteten russischen Kolophoniums besser und dem amerikanischen gleich werden. Es ist bemerkenswert, daß die Verluste im reinen Harz bei Temperaturen über 85 ··· 90 ° C wie beim russischen so auch beim amerikanischen Kolophonium mit den aus der Leitfähigkeit bei Gleichstrom ausgerechneten Verlusten zusammenfallen. Wir müssen betonen, daß das nachträglich, aber bei ungenügender Temperatur erwärmte russische Kolophonium unstabile Mischungen bildet: nach einiger Zeit tritt aus der Lösung ein Rest hervor, was an das Verzuckern von eingemachten Früchten erinnert. Die Erwärmung bei 200 °C gibt aber vollständig stabile Mischungen; eine derartige Mischung hat im Laufe von einem Jahr keine Änderung erlitten. — Die nachträgliche Erwärmung des Kolophoniums ändert nicht nur seine elektrischen Eigenschaften, sondern auch den Drehwinkel der Polarisationsebene. Es ist zu vermuten, daß bei der Erwärmung des Harzes eine Isomerisation der in ihm enthaltenen Abietinsäuren stattfindet, was die Änderung der elektrischen Eigenschaften und der Drehfähigkeit des Kolophoniums verursacht. (N. Borogodizky u. I. Maigeldinov, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 11, S. 759.)

[1] 1 RM = 11,47 Gold-Pence.

Digitized by Google

AUS LETZTER ZEIT.

Ausdehnung der „Hamburgische Electricitätswerke AG.". — Die Gesellschaft hat zur Abrundung ihres Versorgungsgebietes das Elektrizitätswerk Billstedt, das zum Interessenbereich der Gesfürel-Ludwig Loewe AG. gehörte, zum 1. IV. d. J. erworben.

Ausnutzung des Wasserkraftwerkes Dnjeprostroj[1]. — Das am 10. X. 1932 offiziell in Betrieb genommene Wasserkraftwerk Dnjeprostroj, das jetzt die Bezeichnung Dnjeproges-Lenin führt, verfügt gegenwärtig über eine ausgebaute Generatorenleistung von 372 000 kW. Diese Leistung ist jedoch bei weitem nicht ausgenutzt, da die Bauarbeiten am Dnjepr-Industrie-Kombinat, das der Hauptabnehmer für den Strom des Dnjepr-Kraftwerkes sein soll, sich sehr in die Länge ziehen. Demzufolge werden von der insgesamt zur Verfügung stehenden Leistung gegenwärtig nur 50 ··· 60 000 kW beansprucht. Diese Sachlage veranlaßte das Kollegium des Volkskommissariats der Schwerindustrie der UdSSR erneut zu dem Beschluß, die Bauarbeiten am Dnjepr-Kombinat mit allen Mitteln zu beschleunigen.

Elektrisierung der Tauern-Bahn. — Der seit längerer Zeit schwebende, unter den Elektrisierungsprojekten an vorderster Stelle stehende Plan der Umstellung der Tauern-Bahn auf elektrischen Zugbetrieb scheint, wie Industrie u. Handel mitteilt, der Verwirklichung entgegenzugehen. Das Finanzkomitee des Völkerbundes hat dagegen keinen Einspruch erhoben, auch der neue Berater der Bundesbahnen Sir Osborne Mance tritt für die Ausführung ein. Die Elektrisierung wird nur etwa 3 Mill RM erfordern, da bei der Erbauung der Strecke die spätere Umstellung auf elektrischen Betrieb z. T. bereits vorgesehen wurde. Der Strom soll aus dem bereits in Betrieb befindlichen Kraftwerk von Mallnitz geliefert werden.

Drehstrombahn Burgdorf—Thun auf Einphasenbetrieb umgebaut. — Zu den wenigen Fremdkörpern früheren Systems, die sich unter den einheitlich für Einphasen-Wechselstrom gebauten elektrischen Bahnen der Schweiz befinden, gehörte die im Jahre 1899 für 750 V und 40 Per/s gebaute Drehstrombahn Burgdorf—Thun. Sie ist nun gleichfalls, ähnlich anderen, z. B. der Simplon-Bahn, in das allgemeine schweizerische Einphasensystem eingegliedert worden. Am 11. Februar d. J. fand die amtliche Kollaudation der Hauptstrecke statt; an diesem Tage wurde dann der Einphasenbetrieb endgültig aufgenommen. Die alte Drehstrom-Fahrleitung wird abgebrochen. Der damit verschwundene Drehstrombetrieb hat sich, wie der auch von BBC eingerichtete Simplon-Betrieb, im Laufe der vielen Jahre ausgezeichnet bewährt.

[1] ETZ 1932, S. 741.

Strahlenschau 1934 in München. — Von der Universität München nahestehender Seite ist beabsichtigt, im nächsten Sommer eine große Ausstellung mit dem Titel „Die Welt der Strahlen" auf dem Ausstellungsgelände von München zu veranstalten. Beabsichtigt ist, in den Kreis der Ausstellung alle möglichen Strahlenarten hereinzuziehen, also Wellenstrahlen von denjenigen der drahtlosen Telegraphie über Wärme-, Licht-, Röntgen- und Gammastrahlen bis zu den Höhenstrahlen und von den Korpuskularstrahlen alles von den Kathoden- und Kanalstrahlen bis zu den Protonenstrahlen, die aus Atomen abgetrennt werden. Überall soll die praktische Verwendung hervorgehoben werden, z. B. bei den Lichtstrahlen die Leuchttechnik, bei den Röntgenstrahlen die medizinischen Anwendungen im größten Umfang und ebenso die technische Verwendung zu Material- und Strukturuntersuchungen.

Aufträge Ungarns an die englische Industrie. — Laut Industrie u. Handel haben, wie Budapester Blätter in Übereinstimmung mit englischen Nachrichten angeben, die Ungarischen Staatsbahnen an die Metropolitan Vickers Elektrical Co. Ltd. einen Auftrag im Werte von 4 Mill RM erteilt. Er umfaßt 4 vollständige Einrichtungen für elektrische Unterstationen sowie Motoren und Kontrollapparate für 36 elektrische Lokomotiven, die in erster Linie für die neue elektrisierte Strecke Budapest—Hegyeshalom (Wien) benutzt werden sollen. Das Gesamtgewicht der Lieferung beträgt 800 t.

Jubiläum. — Die Ingenieur-Akademie Wismar beginnt im April ihr 50. Semester. Zur Feier des 25jährigen Jubiläums wollen die früheren Studierenden der Akademie vom 22. bis 24. VII. in Wismar zusammentreffen. Alle ehemaligen Studierenden werden gebeten, ihre Anschrift bald der Akademie mitzuteilen, damit sie rechtzeitig das Festprogramm erhalten.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Ausschnitt aus den Sitzungen des Fachausschusses für Installationstechnik (EVi) im Elektrotechnischen Verein im Winterhalbjahr 1932/33.

In einer solchen Sitzung stellte ein Revisionsingenieur nach Erledigung verschiedener Aufgaben die nachfolgende, allgemeines Interesse verdienende Anfrage: „Können bei der Verlegung von Rohrdraht die in Abzweigdosen, Schaltern, Steckdosen endigenden Leiterstücke mit Band besonders abisoliert werden, um eine Beschädigung der Isolation der Kupferleiter durch scharfen Grat des Mantels und ein Unterspannungsetzen des letzteren zu unterbinden?" Die eingehende Begutachtung der vorgelegten Musterstücke, der Austausch praktischer Erfahrungen und die Erklärungen über Verschiedenheit in Qualität und Aufbau des Rohrdrahtes sind hier nach Notizen wiedergegeben. Sie sind abgerundet und ergänzt zu einer kurzen Abhandlung, die ein Wegweiser für das Installationsgewerbe sein will.

Rohrdrähte sind Gummiaderleitungen, die ein gefalzter, eng anliegender Metallmantel (nicht Bleimantel) umschließt. Sie werden nach den neuesten Vorschriften des VDE bis einschließlich 10 mm² Leiterquerschnitt hergestellt. Es gibt einadrige und mehradrige Typen. Die ersteren müssen, die letzteren können unmittelbar unter dem gefalzten Metallmantel, also in metallischer Verbindung mit diesem, einen blanken oder verzinnten Beidraht besitzen. Er dient der Erdung, Nullung oder Schutzschaltung und kann bei einadrigem Rohrdraht entsprechend dem § 21 der Errichtungsvorschriften V.E.S. 1./1930 auch als spannungführender Rückleiter dienen.

Die Vorschriften für isolierte Leitungen VDE 0250 bestimmen maßgeblich die Herstellung der Rohrdrähte. Unter dem Mantel wird bei den Mehrfachtypen als Füllmasse verwendet: Jute (ostindischer Hanf), Bitumen (Erdpech), vulkanisierter Gummi. Entsprechend der Füllung werden unterschieden:

N.R.A. Rohrdrähte mit Jute- oder Bitumenfüllung,
N.R.G. Rohrdrähte mit Gummifüllung.

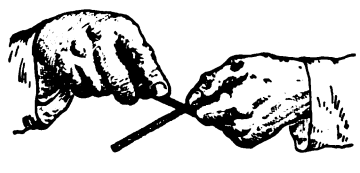
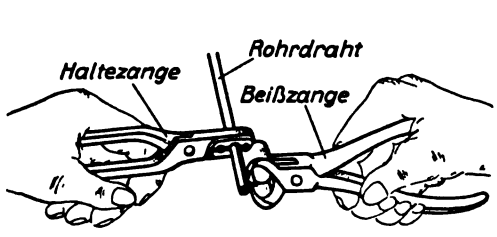
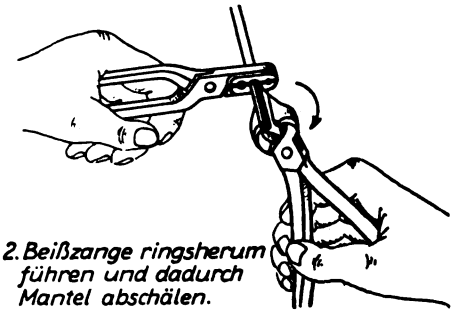


Abb. 1.



1: Beißzange im Falz dicht neben der Haltezange ansetzen.

Abb. 2.



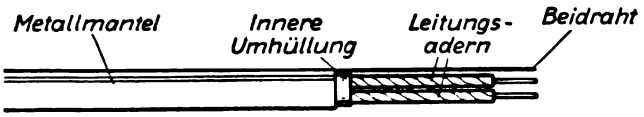
2. Beißzange ringsherum führen und dadurch Mantel abschälen.

Abb. 3.

Digitized by Google

Haben Rohrdrähte besondere Fabrikationsmerkmale, z. B. eine schraubenförmige Rillung des gefalzten Metallmantels, so kommt dies durch eine zusätzliche Bezeichnung, hier z. B. durch den Gattungsnamen „Rapid" zum Ausdruck. Das Lehnwort „rapid" will hier wohl sagen, daß sich gerillter Rohrdraht den von der Architektur gezogenen Linien leicht von Hand, ohne Werkzeug anpaßt, also „schnell" verlegt werden kann.

Um die Rohrdrahtenden an Abzweig- und Steckdosen, an Schaltern oder Tastern mustergültig abzusetzen bzw. abzuisolieren, werden an Werkzeug empfohlen: Montagemesser, besser Dreikantfeile, Haltezange, eine einfache Beißzange oder ein Seitenschneider. Die Reihenfolge der Arbeit ist laufend benummert und bebildert:



Innere Umhüllung (3-4 mm) vorstehen lassen, um Beschädigung der Adern durch Metallmantel zu verhüten

Abb. 4.

1. Anschneiden oder Durchfeilen der Falznaht mit Montagemesser oder Dreikantfeile (Abb. 1).
2. Öffnen der Falznaht mit Beißzange oder Seitenschneider (Abb. 2).
3. Abschälen des Metallmantels mit den gleichen Werkzeugen, Festhalten und Schonen des stehenbleibenden Mantels mit der Haltzange (Abb. 3).

Geschickten Händen wird es gelingen, nur mit Messer und Beißzange sauber abgesetzte Rohrdrahtenden zu schaffen.

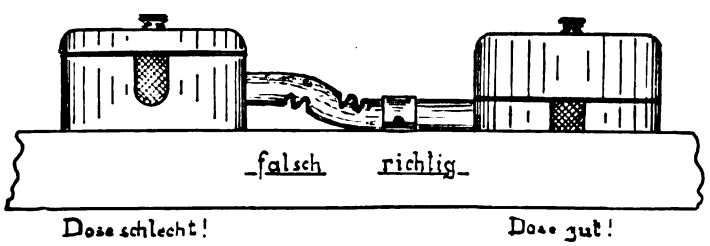


Abb. 6.

Beim Freilegen der einzelnen Leiter müssen von der gemeinsamen Bitumen-Gummi-Hülle oder Jutepackung stets einige Millimeter stehen bleiben, um eine Beschädigung der Isolation der Adern zu verhindern. Wird dieser Forderung genügt (Abb. 4), die bei Jutefüllung schwerer und meist nur mit einer kleinen, kräftigen Schere zu erfüllen ist, dann ist auf Grund jahrzehntelanger Erfahrung ein besonderes Abbinden oder ein Schutz durch Isolierband übertriebene Sorgfalt.

Raten besondere Umstände dazu, die Einzelader an der Eintrittstelle nicht zu verletzen und besonders zu schützen, so sind vernickelte oder verzinnte Endhülsen federnd auf den Rohrdraht aufzustecken. Ihr umbördelter Rand läßt als verdickter Wulst keine Verletzung der Einzeladerisolation zu (Abb. 5).

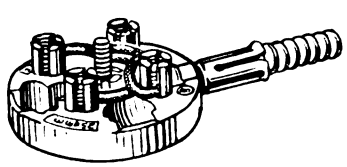


Abb. 5.

Die Klagen der Installateure, daß Schalter und Dosen in der Praxis so niedliche Abmessungen haben, das ein sachgemäßes Einführen der Leitungsenden unmöglich sei, sind berechtigt, belasten aber nicht die Herstellung des Rohrdrahtes, vielmehr diejenige der Zubehörteile. Die Vorschrift des § 3 der V.E.S. 1./1930, Absatz b, die Einführung der Ummantelung als Schutzverkleidung bis unter die Kappe von Schalter oder Abzweigdose verlangt, ist dem Elektrofachmann geläufig und wird nur vom Pfuscher nicht beachtet. Die Vorschrift ist aber dem Architekten nicht gegenwärtig, der Zubehör mit immer kleineren Abmessungen wünscht. Zubehörteile, die infolge ihrer verkehrten Konstruktion eine fachmännische Rohrdrahtinstallation verbieten, sollten zurückgewiesen werden, genau so wie Abzweigdosen, die zu völlig unnötiger Kröpfung der Einführungsenden zwingen (Abb. 6).

Zusammengefaßt ist zu sagen: Wird Rohrdraht ohne Beidraht für Erdung, Nullung, Schutzschaltung verlegt, so können schadhafte Anschlußenden den Mantel aufladen, so daß er Berührungspannung annimmt. Ein Installateur handelt grob fahrlässig, wenn seine Arbeit diese Möglichkeit nicht ausschließt, und er ist haftbar für alle hieraus entstehenden Unfälle. *Schdt.*

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (ETN) am Dienstag, dem 11. April 1933, abends 8 Uhr, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung.

Vortrag des Herrn Dr. Richard Feldtkeller über: „Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges".

Inhaltsangabe:

In Gebieten großer Maschenweite und schwacher Gesprächsdichte des Fernsprechnetzes ist zur Bündelung trägerfrequenter Weitferngespräche mehr als eine Doppelleitung eines Gestänges mit Trägerfrequenzkanälen auszurüsten. Die Bündelung gestattet die wirtschaftliche Anwendung gemeinsamer Zwischenverstärker; die mangelhaften Nebensprecheigenschaften der Freileitungen verlangen sorgfältige Kreuzung der Leitungen, genaue Scheinwiderstandsanpassung aller Systemteile, teilweise Unterdrückung der Trägerwelle längs der Leitung und Verwendung verschiedener Seitenbänder auf beiden Leitungen. Die technischen Mittel, mit denen diese Bedingungen erfüllt werden können, werden nach Gesichtspunkten der Betriebsicherheit und der Wirtschaftlichkeit ausgewählt.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können durch Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Fachsitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftsstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden. Ohne Karten kein Zutritt.

Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Isolierstoffe.

Entwurf 1.

VDE 0326.

Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Begriffserklärungen.
§ 3.
III. Gruppeneinteilung.
§ 4.
IV. Beschaffenheit.
§ 5. Aussehen.
§ 6. Zulässige Maßabweichungen.
§ 7. Mindestwanddicke.
§ 8. Spezifisches Gewicht.
§ 9. Chemische Eigenschaften.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Unterkommission „Geschichtete Isolierstoffe" hat zur Ergänzung der bestehenden „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten" und „Leitsätze für die Prüfung von gewickelten Hartpapierrohren mit kreisförmigem Querschnitt (Rundrohre)" den nachstehend wiedergegebenen Entwurf 1 zu VDE 0326 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken" aufgestellt.

Diese Leitsätze sollen der beschlußfassenden Versammlung 1933 zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1933 zugeleitet werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Mai 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

V. Allgemeine Prüfbestimmungen.
§ 10. Versuchsstücke.
§ 11. Versuchstemperatur.
§ 12. Vorbehandlung der Versuchsstücke.

VI. Mechanische Prüfung.
§ 13. Prüfarten.
§ 14. Biegefestigkeit.
§ 15. Schlagbiegefestigkeit.
§ 16. Zugfestigkeit.
§ 17. Druckfestigkeit.

VII. Prüfung der Wärmebeständigkeit.
§ 18.

VIII. Elektrische Prüfung.
§ 19. Prüfarten.
§ 20. Oberflächenwiderstand.
§ 21. Widerstand im Innern.
§ 22. Spannungsprüfung.

IX. Zusammenstellung der einzuhaltenden Mindestwerte.
§ 23.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1933 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze beziehen sich auf die Bestimmung der Eigenschaften von Hartpapierformstücken aber nicht auf die Eigenschaften der daraus gefertigten Erzeugnisse. Für Hartpapierplatten gilt VDE 0324 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten". Für gewickelte Rundrohre, die nicht nachgepreßt sind, gilt VDE 0325 „Leitsätze für die Prüfung von gewickelten Hartpapierrohren mit kreisförmigem Querschnitt (Rundrohre)".

Diese Leitsätze gelten nur in dem Sinne, daß, wenn Prüfungen ausgeführt werden, dieses in der hier festgelegten Weise geschehen soll. Es ist also nicht erforderlich, bei einer Prüfung alle Versuche durchzuführen.

Die Leitsätze gelten nur für Formstücke von solchen Abmessungen und Formen, die eine einwandfreie Durchführung der vorgesehenen Prüfungen zulassen. Sie beziehen sich ebenso wie die für Hartpapierplatten nur auf mit Kunstharz hergestellte Hartpapierformstücke (während die für Hartpapierrohre auch für mit Naturharz hergestellte Rohre gelten).

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Als Hartpapier gelten geschichtete Isolierstoffe, die aus Papier und natürlichem Harz oder Kunstharz als Bindemittel unter Anwendung von Druck und Wärme hergestellt sind.

Als Hartpapierformstücke gelten Hartpapierisolierkörper, die aus mit Harz behandelten Papierlagen durch Wickeln, Schichten oder durch eine Vereinigung beider Verfahren hergestellt sind und ihre endgültige Form in der Regel in besonderen Preßformen erhalten.

Die Eigenschaften der geschichteten Isolierstoffe sind senkrecht und parallel zu den Schichten sehr verschieden; bei der Verwendung und Prüfung ist dieses zu berücksichtigen. Hartpapierformstücke weisen außerdem Unterschiede an Preßnähten, Biegungen und anderen Stellen auf, an denen die Schichten durch das Pressen verlagert sind. Daher ist darauf zu achten, daß derartige Stellen nicht zu hoch beansprucht werden.

III. Gruppeneinteilung.

§ 4.

Durch die verschiedene Herstellungsweise ergeben sich 5 Gruppen von Hartpapierformstücken.

Gruppe A: Gewickelte, in Formen nachgepreßte Rohre beliebigen Querschnittes ohne Kernkörper, kurz gepreßte Rohre genannt.

Gruppe B: Gewickelte, in Formen nachgepreßte Rohre mit eingepreßtem, meist metallenen Kern, kurz Umpressungen genannt.

Gruppe C: Vollstäbe beliebigen Querschnittes, die aus gewickelten Rohren ohne Kern durch Zusammenpressen in entsprechenden Formen hergestellt werden.

Gruppe D: Flachleisten, auch Ovalleisten genannt, die aus Rundrohren zwischen Platten flach gepreßt sind.

Gruppe E: Sonstige Hartpapierformstücke, die durch Pressen in besonderen Preßformen hergestellt sind.

Bei der Verschiedenheit der Formstücke der Gruppe E kann man für sie nur wenige allgemein gültige Prüfvorschriften aufstellen. Etwaige Prüfbestimmungen sind in Anlehnung an die vorliegenden Leitsätze von Fall zu Fall zu vereinbaren.

In § 23 sind die Mindestwerte der Gruppen von Hartpapierformstücken zusammengestellt.

IV. Beschaffenheit.

§ 5.

Aussehen.

Die Oberfläche der Formstücke soll möglichst glatt und faltenlos sein sowie gleichmäßige Färbung aufweisen.

Rohr- und stabförmige Körper sollen praktisch gerade sein. Die Abweichung von der Geraden darf nicht mehr als 5 ‰ der Länge betragen.

Eine Oberflächenlackierung wird im allgemeinen nicht gefordert.

§ 6.

Zulässige Maßabweichungen.

Die zulässigen Maßabweichungen für Länge, Außen- und Innenmaße sind aus Tafel I zu entnehmen.

Tafel I.

Gruppe	Länge		Außenmaße		Innenmaße	
	% vom größten Außenmaß des Querschnitts	mind. mm	% vom Sollmaß	mind. mm	% vom Sollmaß	mind. mm
A. Gepreßte Rohre	± 1	± 0,5	± 2	± 0,3	± 1	± 0,2
B. Umpressungen	± 1	± 0,5	± 2	± 0,3	–	–
C. Vollstäbe	± 1	± 0,5	± 2	± 0,3	–	–
D. Flachleisten	± 1	± 0,5	± 5	± 0,5	–	–

Stab- und rohrförmige Hartpapierformstücke der Gruppen A, B, C und D werden zumeist mit einfachen Kreissägen auf Länge zugeschnitten. Die Genauigkeit, mit der in solchen Fällen die Längenmaße eingehalten werden können, ist vom Außenmaß des Querschnittes der betreffenden Körper abhängig.

Ist kein Längenmaß vorgeschrieben, so können die Formstücke in den Herstellungslängen geliefert werden.

Für Hartpapierformstücke der Gruppe E bleiben die zulässigen Maßabweichungen besonderen Vereinbarungen überlassen.

§ 7.

Mindestwanddicke.

Die Mindestwanddicke gepreßter Rohre (Gruppe A) ist abhängig von der Rohrlänge, den Innenmaßen und der Form des Querschnittes.

Für die gebräuchlichsten, einfachen Querschnitte können folgende Angaben als Anhalt dienen:

Länge	300	500	700	1000	mm
Mindestwanddicke	0,25	0,30	0,50	1,0	

[1] Angenommen durch ..... 193 ..

Digitized by Google

Bei Längen über 1 m und komplizierten Querschnitten sind die Mindestwanddicken besonders zu vereinbaren.

§ 8.

Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht von Hartpapierformstücken soll nicht unter 1,15 liegen, kann jedoch bis 1,45 betragen.

Die Ermittlung des spezifischen Gewichtes erfolgt an einem Versuchsstück durch Feststellung der Abmessungen und des Gewichtes.

§ 9.

Chemische Eigenschaften.

Der wässerige Auszug der Hartpapiere soll praktisch frei von Chlor- und Sulfat-Ionen sein.

Der kalte Auszug von etwa 0,5 g Bohrspänen in 10 cm³ destilliertem Wasser wird einmal mit Silbernitrat auf Chlor-Ionen und einmal mit Bariumchlorid auf Sulfat-Ionen geprüft. Es darf sich innerhalb 24 h kein Niederschlag bilden. Eine geringe Trübung ist zulässig.

V. Allgemeine Prüfbestimmungen.

§ 10.

Versuchsstücke.

Die mechanischen Prüfungen sind an ganzen Rohr- oder Stab a b schnitten, nicht an A u s schnitten, bei der Gruppe E (Sonstige Formstücke) an ganzen Körpern vorzunehmen. Die harzreiche, hochwertige Preßhaut soll nicht verletzt werden, da diese von erheblichem Einfluß auf die Festigkeit ist.

Das Zuschneiden soll mit einer scharfen, ungeschränkten Kreissäge erfolgen, sodaß sich glatte Schnittflächen ergeben. Die Kanten sind schwach zu entgraten.

§ 11.

Versuchstemperatur.

Soweit nichts anderes vorgeschrieben ist, sind die Versuche bei Raumtemperatur (15 ··· 25 °) auszuführen.

§ 12.

Vorbehandlung der Versuchsstücke.

Die Prüfungen sind zum Teil nach einer „Vorbehandlung a" und nach einer „Vorbehandlung b" der Versuchsstücke vorzunehmen. Die Vorbehandlung a besteht aus einer 4-stündigen Trocknung bei 70 °, die Vorbehandlung b aus einer 4-tägigen Lagerung in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit (siehe VDE 0308 „Leitsätze für die Erzeugung bestimmter Luftfeuchtigkeit zur Prüfung elektrischer Isolierstoffe").

VI. Mechanische Prüfung.

§ 13.

Prüfarten.

Die mechanische Prüfung umfaßt die Ermittelung

1. der Biegefestigkeit . . . . . § 14,
2. der Schlagbiegefestigkeit . . . . § 15,
3. der Zugfestigkeit . . . . . § 16,
4. der Druckfestigkeit . . . . . § 17.

Für die Gruppe B (Umpressungen) werden mechanische Prüfungen im allgemeinen nicht vorgesehen.

In Frage kommen für:

Gruppe A (gepreßte Rohre)	Prüfart 4.
Gruppe B (Umpressungen)	keine mechanischen Prüfungen.
Gruppe C (Vollstäbe) . .	Prüfarten 1, 2, 3 und 4.
Gruppe D (Flachleisten) .	Prüfarten 1, 2, 3 und 4.

Für Gruppe E (Sonstige Formstücke) sind die Prüfarten und die einzuhaltenden Werte gegebenenfalls besonders zu vereinbaren.

§ 14.

Biegefestigkeit.

Die Prüfung kommt nur für die Gruppen C (Vollstäbe) und D (Flachleisten) in Frage.

Die Biegefestigkeit ist in kg/cm² anzugeben.
Erforderlich: 5 Versuchsstücke.

Die Auflagerentfernung soll das 8-fache der Querschnittshöhe in der Beanspruchungsrichtung betragen.

Die Biegefestigkeit soll mindestens betragen:
für Vollstäbe (Gruppe C) 1000 kg/cm²,
für Flachleisten (Gruppe D) 500 kg/cm².

§ 15.

Schlagbiegefestigkeit.

Die Prüfung kommt nur für die Gruppen C (Vollstäbe) und D (Flachleisten) in Frage.

Die Schlagbiegefestigkeit ist in cmkg/cm² anzugeben.
Erforderlich: 5 Versuchsstücke.

Der Versuch ist nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", Abschnitt A 2, auszuführen.

Die Schlagbiegefestigkeit soll mindestens 15 cmkg/cm² betragen.

§ 16.

Zugfestigkeit.

Die Prüfung kommt nur für die Gruppen C (Vollstäbe) und D (Flachleisten) in Frage.

Die Zugfestigkeit ist in kg/cm² anzugeben.
Erforderlich: 5 Versuchsstücke von mindestens 200 mm Länge.

Die Länge der einzuspannenden Enden beträgt etwa 50 mm.

Die Zugfestigkeit soll mindestens 500 kg/cm² betragen.

§ 17.

Druckfestigkeit.

Die Prüfung kommt nur für die Gruppen A (gepreßte Rohre), C (Vollstäbe) und D (Flachleisten) in Frage.

Die Druckfestigkeit ist in kg/cm² anzugeben.
Erforderlich: 5 Versuchsstücke.

Rohre, Vollstäbe und Flachleisten (Gruppe A, C und D), deren Länge gleich den mittleren Querschnittsabmessungen ist, jedoch nicht über 100 mm betragen soll, sind zwischen zwei ebenen Flächen in axialer Richtung auf Druck zu beanspruchen. Aus der höchsten Angabe des Lastzeigers vor Eintritt des Bruches P in kg und dem Querschnitt des Versuchsstückes F in cm² ergibt sich die Druckfestigkeit in axialer Richtung aus der Formel:

$$K = \frac{P}{F}.$$

Die Druckfestigkeit soll mindestens 500 kg/cm² betragen.

VII. Prüfung der Wärmebeständigkeit.

§ 18.

Versuchsstücke der Gruppen A, B, C und D von mindestens 50 mm Länge, Formstücke der Gruppe E jedoch in ganzen Stücken, sind zunächst der Vorbehandlung a und sofort danach ohne Abkühlung 4 h der Einwirkung eines Ölbades von 130 ° oder warmer Luft von 130 ° auszusetzen. Das Versuchsstück darf nach der Wärmebehandlung weder Risse noch Blasen noch sonstige erhebliche Formveränderungen zeigen.

Erforderlich: 3 Versuchsstücke.

VIII. Elektrische Prüfung.

§ 19.

Prüfarten.

Die elektrische Prüfung umfaßt

1. Messung des Oberflächenwiderstandes . . . § 20,
2. Messung des Widerstandes im Innern (Stöpselmethode) . . . . . § 21,
3. Spannungsprüfung . . . . . § 22.

Es kommen in Frage für:

Gruppe A (gepreßte Rohre)	Prüfarten 1, 2 und 3
Gruppe B (Umpressungen)	Prüfarten 1 und 3.
Gruppe C (Vollstäbe) . .	Prüfarten 1 und 2.
Gruppe D (Flachleisten) .	Prüfarten 1 und 2.
Gruppe E (Sonstige Formstücke)	Prüfarten 1 und 2.

Werden für Hartpapierformstücke der Gruppe E Spannungsprüfungen erforderlich, so sind Prüfart und einzuhaltende Werte besonders zu vereinbaren.

§ 20.

Oberflächenwiderstand.

Eine über die Vorbehandlung a oder b nach § 12 hinausgehende Behandlung der Oberflächen, die deren Eigenschaften ändern könnte, ist unstatthaft.

Der Oberflächenwiderstand der Hartpapierformstücke ist nach Vorbehandlung a und Abkühlung auf Raumtemperatur s o w i e nach Vorbehandlung b zu messen.

Erforderlich: 5 Versuchsstücke, die das Aufsetzen des Normalapparates nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", Abschnitt B 1, gestatten.

Die Messung ist mit 1000 V Gleichspannung vorzunehmen. Soll sie nur einen Anhalt geben, so kann auch mit 110 V oder 220 V Gleichspannung geprüft werden.

Im übrigen ist bei der Messung nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", Abschnitt B 1, zu verfahren.

Der Einfachheit halber wird für Körper mit zylindrischer Oberfläche beim Elektrodenabstand der Unterschied zwischen Bogen und Sehne vernachlässigt.

Digitized by Google

Der Oberflächenwiderstand von Hartpapierformstücken soll mindestens entsprechen:

nach Vorbehandlung a
der Vergleichszahl 4 (10 000 ··· 100 000 MΩ),
nach Vorbehandlung b
der Vergleichszahl 3 (100 ··· 10 000 MΩ).

§ 21.

Widerstand im Innern (Stöpselmethode).

Die Prüfung kommt nur für die Gruppen A (gepreßte Rohre), C (Vollstäbe), D (Flachleisten) und E (Sonstige Formstücke) in Frage.

Die Prüfung ist nach Vorbehandlung a und Wiederabkühlung auf Raumtemperatur sowie nach Vorbehandlung b vorzunehmen.

Erforderlich: Für die Gruppen A, C, D (gepreßte Rohre, Vollstäbe, Flachleisten) 5 Versuchsstücke 120 mm lang und für die Gruppe E (Sonstige Formstücke) 1 ganzes unverletztes Formstück.

Die Messung erfolgt parallel zu den Schichten und ist mit 110 V Gleichspannung vorzunehmen. Als Elektroden dienen zwei schwach kegelige Metallstöpsel (Meßbrückenstöpsel) von etwa 5 mm Durchmesser, die mit einem Mittenabstand von 15 mm stramm passend in zwei kegelig aufgeriebene, durchgehende Bohrungen des Isolierstoffes einzusetzen sind. Der Isolationswiderstand ist 20 s nach Anlegen der Spannung zu messen und in Megohm anzugeben.

Im übrigen ist bei der Messung nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", Abschnitt B 1, zu verfahren.

Der Widerstand im Innern von Hartpapierformstücken soll mindestens folgende Werte aufweisen:

nach Vorbehandlung a . . . . . 10 000 MΩ,
nach Vorbehandlung b . . . . . 100 MΩ.

§ 22.

Spannungsprüfung.

Die nachstehenden Prüfbestimmungen gelten nur für die Gruppen A (gepreßte Rohre) und B (Umpressungen mit metallenem Kernkörper).

Zur Bewertung dient eine Prüfspannung, die 5 min angelegt wird.

Die Versuchsstücke sind der Vorbehandlung a zu unterziehen und auf Raumtemperatur abzukühlen. Die Prüfung erfolgt senkrecht zu den Schichten, unter Öl, mit praktisch sinusförmiger Wechselspannung von 50 Per/s sowohl bei Raumtemperatur als auch bei 90 °.

Erforderlich: 5 Versuchsstücke, 150 mm lang.

Ist keine Innenelektrode vorhanden, so erhalten die Rohre im Innern einen elektrisch leitenden Belag entsprechend VDE 0303 „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen". Versuchsstücke bis zu 3 mm Wanddicke sind mit einer festanliegenden bandförmigen Außenelektrode von 50 mm Breite zu versehen. Versuchsstücke mit mehr als 3 mm Wanddicke sind mit einem halbkugelförmigen Formsenker, dessen Halbmesser 10 mm beträgt, an der Mantelfläche so anzubohren, daß nur noch eine Wanddicke von 3 mm bleibt.

Die Bohrungen sind mit festhaftenden leitenden Belägen zu versehen oder gut mit Metallfolie auszufüllen.

Die Prüfspannung ist aus den Schaulinien Abb. 1 zu entnehmen.

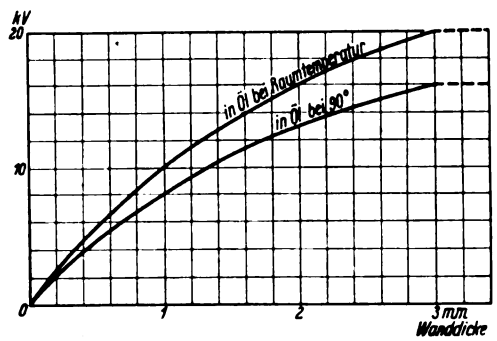


Abb. 1. Prüfspannungen für Hartpapierformstücke senkrecht zu den Schichten.

Die Einschaltspannung soll höchstens die Hälfte der Prüfspannung betragen. Die Spannung ist in etwa 10 s auf die volle Höhe zu steigern und 5 min auf dieser zu halten. Ein Durchschlag oder eine erhebliche Erwärmung darf hierbei nicht stattfinden.

Falls für Hartpapierformstücke der Gruppe E Spannungsprüfungen erforderlich werden, so sollen diese den im Betrieb zu erwartenden Beanspruchungen entsprechend und in Anlehnung an die vorstehende Spannungsprüfung oder die nach § 22 von VDE 0324 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten" durchgeführt werden. Prüfart und einzuhaltende Werte sind jeweils von Fall zu Fall zu vereinbaren.

IX. Zusammenstellung der einzuhaltenden Mindestwerte.

§ 23.

§		Gruppe A. Gepreßte Rohre	Gruppe B. Umpressungen	Gruppe C. Vollstäbe	Gruppe D. Flachleisten	Gruppe E. Sonstige Formstücke
8	Spezifisches Gewicht . .	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
14	Biegefestigkeit kg/cm² . .	—	—	1000	500	•
15	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	—	—	15	15	•
16	Zugfestigkeit kg/cm² . . .	—	—	500	500	•
17	Druckfestigkeit kg/cm² . .	500	—	500	500	•
18	Wärmebeständigkeit (Prüfung in Öl oder Luft)	4 h bei 130 °	4 h bei 130 °	4 h bei 130 °	4 h bei 130 °	4 h bei 130 °
20	Oberflächenwiderstand					
	trocken, Vergleichszahl .	4	4	4	4	4
	feucht, „ . .	3	3	3	3	3
21	Widerstand im Innern					
	trocken, MΩ	10 000	—	10 000	10 000	10 000
	feucht, „	100	—	100	100	100
22	Prüfspannung in kV, senkrecht zu den Schichten					
	bei Raumtemperatur					
	für 1 mm	10	10	—	—	•
	„ 2 „	16	16	—	—	•
	„ 3 „	20	20	—	—	•
	bei 90 °					
	für 1 mm	8	8	—	—	•
	„ 2 „	13	13	—	—	•
	„ 3 „	16	16	—	—	•

• Nur nach besonderer Vereinbarung.

Erklärungen zu VDE 0326 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken".

Von W. Senst und E. Wandeberg.

Das in den Erklärungen zu VDE 0324 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten" und VDE 0325 „Leitsätze für die Prüfung von gewickelten Hartpapierrohren mit kreisförmigem Querschnitt (Rundrohre)" unter Allgemeines über Hartpapier Gesagte gilt auch für Hartpapierformstücke.

Die für die einzelnen Prüfarten angegebenen Zahlenwerte stellen für die normalen Erzeugnisse geltende Mindestwerte dar, so daß die Prüfergebnisse stets über diesen Zahlen liegen müssen. In vielen Fällen werden die angegebenen Mindestwerte sogar erheblich überschritten, vor allem bei Sondererzeugnissen, bei denen einzelne Eigenschaften besonders günstig gestaltet wurden.

Zu § 2. Die Leitsätze beziehen sich auf in Formen gepreßte Rohre mit beliebigem Querschnitt, also auch auf in Formen gepreßte Rundrohre, ferner auf Umpressungen, Vollstäbe, Flachleisten (auch Ovalstäbe oder flachgepreßte Rohre genannt) und sonstige Formstücke aus geschichtetem Hartpapier mit Kunstharz als Bindemittel, also nicht auf gewickelte Rundrohre, die nicht in Formen gepreßt sind.

Zu § 3. Das Entwerfen zweckmäßig gestalteter Hartpapierformstücke erfordert eingehende Kenntnis der Herstellungsmöglichkeiten; deshalb wird den Konstrukteuren empfohlen, sich von einem erfahrenen Preßfachmann beraten zu lassen.

Zu § 4. Die Hartpapierformstücke umfassen 5 Gruppen, die sich aus der verschiedenen Herstellungsweise und den dadurch bedingten physikalischen Eigenschaften ergeben.

Gruppe A umfaßt gewickelte, in Formen nachgepreßte Rohre beliebigen Querschnittes ohne im Fertigerzeugnis verbleibenden Kernkörper. Die Rohre können von zylindrischer, prismatischer oder schwach konischer Gestalt sein; die Leitlinie der Mantelfläche soll jedoch eine Gerade sein.

Gepreßte Rohre haben gegenüber den nicht nachgepreßten (VDE 0325) den Vorzug größerer Härte und besserer Feuchtigkeitsbeständigkeit, jedoch den Nachteil der Preßnähte.

Digitized by Google

Anwendungsbeispiele: Isolierteile in Apparaten, Spulenkästen, Rohre zum Isolieren von Metallteilen.

Gruppe B umfaßt gewickelte, in Formen nachgepreßte rohrförmige Körper, die der Gruppe A entsprechen, jedoch einen eingepreßten, meist metallenen Kern besitzen.

Anwendungsbeispiele: Schalterachsen, Teile für Signalapparate, Durchführungen.

Gruppe C umfaßt Vollstäbe beliebigen Querschnittes, die aus gewickelten Rohren ohne Kern durch Zusammenpressen in entsprechenden Formen hergestellt sind.

Der Aufbau aus einer spiralig angeordneten, geschlossenen Faserstoffbahn ergibt ein festes Gefüge und nur geringe Schnittflächen an den Stirnseiten. Derartige Vollstäbe neigen daher weniger zum Spalten und Knicken sowie zur Feuchtigkeitsaufnahme als Stäbe, die aus Hartpapierplatten herausgearbeitet sind.

Anwendungsbeispiele: Isolationsteile für Triebwerke von Apparaten, mechanisch hoch beanspruchte Abstützungen in Maschinen und Transformatoren. Vollstäbe werden auch als Werkstoff für Dreharbeiten verwendet.

Gruppe D umfaßt Flachleisten, auch Ovalleisten genannt. Die Breitseiten erhalten bei der Herstellung einen höheren Druck als die Schmalseiten und sind deshalb mechanisch und elektrisch besser. Im übrigen zeigen Flachleisten infolge des ähnlichen Gefüges die gleichen Vorzüge gegenüber Leisten aus Hartpapierplatten wie die Vollstäbe der Gruppe C.

Anwendungsbeispiele: Konstruktionselemente zur Betätigung beweglicher Apparatteile, Träger von Stromschienen und Anschlüssen.

Gruppe E umfaßt sonstige Hartpapierformstücke, die durch Pressen in besonderen Preßformen hergestellt werden.

Anwendungsbeispiele: Konstruktionsteile für Kollektoren, Abschlußdeckel, Stützen, Sockel, Kupplungen, L-, U-, Z- und sonstige Schienen, die aus Rohren der Gruppe A herausgearbeitet sein können.

Durch entsprechende Anordnung der Schichten gegenüber der Beanspruchungsrichtung lassen sich für Hartpapierformstücke günstige mechanische und elektrische Festigkeitswerte erreichen.

Zu § 6. Die Oberfläche der Formstücke besitzt vom Preßvorgang her eine harzreiche, hochwertige Preßhaut, die möglichst nicht verletzt werden sollte. Die Nacharbeit ist tunlichst auf Entfernung der Preßnaht und ihre Glättung zu beschränken. Es empfiehlt sich, reichliche Maßabweichungen zuzulassen, um weitere Nacharbeit zu vermeiden.

Bei Hartpapierformstücken der Gruppen A (Rohre), B (Umpressungen), C (Vollstäbe) und E (sonstige Formstücke) können sich durch geringfügige Unterschiede in den Rohstoffen Abweichungen von den gewünschten Außenmaßen ergeben. Für die Innenabmessungen aller Körper der Gruppen A und E ergeben sich Abweichungen vom Sollwert aus der Notwendigkeit, die entsprechenden Innenteile der Preßvorrichtung schwach konisch auszuführen, um ein leichtes Herausnehmen des Werkstückes aus den Formen zu ermöglichen. Besonders hoch sind die Maßabweichungen der Flachleisten (Gruppe D), weil diese ohne Formen zwischen Platten hergestellt werden.

Zu § 7. Mit den angegebenen Mindestwanddicken, die bei einer bestimmten Rohrlänge ohne Schwierigkeiten hergestellt werden können, wird in den meisten Fällen auszukommen sein. Abweichungen bedingen meist eine unverhältnismäßig große Verteuerung. Bei Rohren der Gruppe A und Umpressungen der Gruppe B ergeben einfache Querschnittsformen und gute Abrundung der Kanten geringsten Ausschuß. Bei kleinen Wanddicken läßt sich eine gleichmäßige Dicke der Isolationsschicht häufig nicht mit Sicherheit an allen Stellen erreichen. Es empfiehlt sich daher, bei der Bemessung der Wanddicken nicht unter 0,5 ··· 1 mm herunterzugehen.

Zu § 8. Das spezifische Gewicht von gepreßten Hartpapierformstücken ist von der Formgebung, der Wanddicke und dem Preßverfahren abhängig.

Zu § 9. Der wässerige Auszug der Hartpapiere soll praktisch frei von Chlor- und Sulfat-Ionen sein, was in einfacher und sicherer Weise nachgewiesen werden kann.

Auf Chlor-Ionen prüft man mit Silbernitrat, wobei sich ein weißer, käsiger Niederschlag von Silberchlorid bildet, der in Ammoniak löslich ist und durch Salpetersäure wieder gefällt wird. Die Reaktion ist äußerst empfindlich.

Auf Sulfat-Ionen prüft man mit Bariumchlorid, wobei sich ein weißer, fein kristallinischer Niederschlag von Bariumsulfat bildet, der in Säuren unlöslich ist. Die Reaktion ist ebenfalls äußerst empfindlich.

Beide Prüfungen sind in salpetersaurer Lösung auszuführen.

Es ist darauf zu achten, daß die Probestücke nicht etwa vorher anderweitig verunreinigt werden, z. B. durch Anfassen mit fettigen oder schweißigen Fingern. Gegebenenfalls können die Oberflächen durch Abreiben mit lauwarmem, destilliertem Wasser gereinigt werden.

Zu § 10. Die Ermittelung der mechanischen Festigkeitswerte soll nicht an abgearbeiteten Versuchsstücken, sondern an Formstücken mit unverletzter Preßhaut vorgenommen werden, da beim Abarbeiten Schichten zerstört werden können, deren Vorhandensein von erheblichem Einfluß auf die Festigkeit der Formstücke ist.

Beim Zuschneiden der Versuchsstücke ist darauf zu achten, daß ihre Festigkeit nicht durch ungeeignete Bearbeitung oder durch stumpfe Werkzeuge beeinträchtigt wird.

Zu § 12. Die mechanischen und besonders die elektrischen Eigenschaften von Hartpapier werden stark beeinflußt durch die Aufnahme von Feuchtigkeit. Es ist deshalb für die Versuchsstücke bei manchen Prüfungen eine Trocknung, „Vorbehandlung a" genannt, und in anderen Fällen eine Feuchtung, „Vorbehandlung b" genannt, vorgesehen. Die Geschwindigkeit, mit der Wasser in Hartpapier eindringt und wieder daraus vertrieben werden kann, ist z. T. so gering, daß nicht damit gerechnet werden kann, daß durch die Vorbehandlung a oder b in jedem Falle ein genau bestimmter Zustand des Versuchsstückes erzielt wird. Hierzu würden häufig viel längere Zeiten erforderlich sein. Von einer entsprechenden Ausdehnung der Vorbehandlung ist jedoch abgesehen worden, um nicht zu lange Versuchszeiten zu bekommen. Dies setzt aber in allen Fällen voraus, daß das zu prüfende Hartpapier sachgemäß gelagert und aufbewahrt wurde und nicht bereits vorher infolge ungeeigneter Behandlung oder aus anderen zufälligen Gründen erhebliche Mengen Wasser aufgenommen hatte.

Zu § 13. Die Ergebnisse der verschiedenen mechanischen Prüfarten pflegen im allgemeinen ein übereinstimmendes Bild für eine bestimmte Hartpapiersorte zu ergeben. Man wird sich daher häufig mit einer der vorgesehenen Prüfarten begnügen können.

In manchen Fällen werden die Abmessungen oder die Formen der zu prüfenden Körper die Vornahme einzelner Versuche oder deren Auswertung unmöglich machen. So können z. B. bei Rohren mit großem Durchmesser oder zu geringer Wanddicke die Prüfungen der Biegefestigkeit häufig nicht durchgeführt werden, weil vor dem Bruch ein Einknicken eintritt. Die Prüfungen sind daher auf solche Versuche zu beschränken, die einwandfrei durchgeführt und ausgewertet werden können.

Hartpapier läßt sich gut bearbeiten. Es ist jedoch auch hierbei stets auf die Schichtung und ferner auf die geringe Wärmeleitfähigkeit des Hartpapiers Rücksicht zu nehmen und deshalb darauf zu achten, daß nur geeignete und gut geschärfte Werkzeuge zur Anwendung gelangen.

Zu § 15. Bei der Ermittlung der Schlagbiegefestigkeit ist zur Vermeidung zu großer Meßungenauigkeiten darauf zu achten, daß der Arbeitsinhalt des Pendelschlagwerkes mindestens das Doppelte der zum Bruch des Versuchsstückes benötigten Schlagarbeit beträgt. Der Versuch ist nur dann einwandfrei durchzuführen, wenn eine einwandfreie Lagerung des Versuchsstückes im Schlagwerk erreicht werden kann. Da die Prüfung nicht mit normalen Stäben, sondern mit Versuchsstücken mit gegebenem Querschnitt durchgeführt werden muß, sind die Ergebnisse nicht genau und streuen stark, weshalb die Mindestwerte in den Leitsätzen verhältnismäßig niedrig eingesetzt werden mußten.

Zu § 16. Die Versuchsstücke zur Ermittlung der Zugfestigkeit sollen nicht, wie in § 15 von VDE 0324 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten" vorgesehen ist, ausgearbeitet werden, weil sonst die wertvolle Preßhaut und für die Festigkeit wesentliche Schichten zerstört werden. Für gutes Einspannen ist zu sorgen.

Zu § 17. Der Druckversuch ist nicht durchzuführen, wenn das Versuchsstück infolge zu kleiner Wanddicke schon vor dem Bruch einknickt.

Zu § 18. Bei der Wärmeprüfung des Hartpapiers muß seine Schichtung, die Möglichkeit der Wasseraufnahme und die Eigenart des Kunstharzes besonders weitgehend berücksichtigt werden. Die Wärmebeständigkeit fast aller Hartpapiersorten ist im allgemeinen durchaus genügend, da Hartpapier auch unter Öl dauernd 110 °, vorübergehend 150 ° und darüber meist ohne weiteres erträgt und Temperaturen von wesentlich über 100 ° selten vorkommen. Wirft man jedoch ein Stück Hartpapier ohne

Digitized by Google

Vorbehandlung in ein Ölbad von über 100 °, so wird sich häufig eine Blasenbildung oder ein Spalten des Hartpapiers ergeben. Bringt man aber ein Stück derselben Hartpapiersorte in Luft oder Öl von 40 ··· 60 ° und steigert die Temperatur allmählich auf weit über 100 °, so wird das Versuchsstück nur in den seltensten Fällen eine Veränderung zeigen. Dieses erklärt sich aus folgendem.

Im Hartpapier vorhandene Feuchtigkeit, sowie gewisse andere, besonders in ungenügend ausgebackenem Kunstharz vorhandene Bestandteile verdampfen bzw. vergasen bei entsprechend hohen Temperaturen.

Bringt man das Versuchsstück plötzlich in ein Ölbad von wesentlich über 100 °, so kann der Gasdruck im Versuchsstück so ansteigen, daß die Schichten auseinandergesprengt werden.

Eine Wärmeprüfung mit langsamer Temperatursteigerung im Ölbade gibt keinen einwandfreien Anhalt über die Güte des zu prüfenden Hartpapiers, weil die Wärmebehandlung in heißem Öl mit allmählich ansteigender Temperatur die elektrischen Eigenschaften unter Umständen sehr erheblich verbessern kann.

Es ist daher ein Mittelweg für die Wärmeprüfung vorgesehen mit Wärmegraden und Versuchszeiten, die erfahrungsgemäß einen durchaus genügenden Anhalt für die Güte des Hartpapiers ergeben und andererseits in den in der Praxis zur Verfügung stehenden Zeiten durchgeführt werden können.

Befreit man ein Versuchsstück, das einer Wärmeprüfung in Öl ausgesetzt wurde, durch Abtrocknen von dem äußerlich anhaftenden Öl und setzt es nachträglich einem Druck senkrecht zu den Schichten, z. B. durch Einspannen in einen Schraubstock, aus, so werden vielfach Öltröpfchen aus feinen Rissen der Schnittflächen austreten. Derartige Risse gelten nicht als unzulässige Risse im Sinne der Leitsätze.

Die Martensprobe wird für Hartpapier nicht angewendet.

Zu § 22. Bei Umpressungen kantiger Kernkörper ist besonders zu beachten, daß scharfe Kanten durch starke Verlagerung der Schichten die Isolation schwächen. Ferner werden an diesen Stellen durch Feldzusammenziehung besonders hohe dielektrische Beanspruchungen hervorgerufen, so daß die Durchschlagsgefahr in zweifacher Hinsicht sehr erhöht wird. Die Kanten sind deshalb mit mindestens $r = 1 \cdots 2$ mm abzurunden und die Wanddicken der Umpressung nicht unter 0,5 ··· 1,0 mm zu wählen.

Die Preßnaht ist elektrisch wie auch mechanisch die schwächste Stelle gepreßter Hartpapierformstücke. Sie läßt sich vielfach nicht vermeiden, kann aber meist durch konstruktive Maßnahmen unschädlich gemacht werden. Fehlschläge werden am besten durch enge Zusammenarbeit des Konstrukteurs mit dem Preßfachmann vermieden.

Die Spannungsprüfung entspricht den in der Praxis meist vorliegenden Verhältnissen und ist mit einfachen, fast überall vorhandenen Mitteln leicht durchzuführen. Es sei erwähnt, daß es Verfahren zur Ermittlung der Durchschlagspannung gibt, die aber besondere Einrichtungen bedingen und schwieriger durchzuführen sind. Deshalb wurde davon Abstand genommen, die Ermittlung der Durchschlagspannung in die Leitsätze aufzunehmen.

Für besondere Zwecke wird auch bei Hartpapierformstücken mitunter eine Feststellung der Durchschlagspannung parallel zu den Schichten wertvoll sein. Diese kann alsdann nach VDE 0303 „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen" vorgenommen werden.

Hierbei ist zu beachten, ob der Durchschlag in der Mitte oder in den äußeren Schichten des Hartpapierkörpers erfolgt oder ob ein Überschlag auf der Oberfläche eintritt. In jedem Falle wird die Durchschlagspannung von Hartpapier in der Schichtrichtung wesentlich geringer sein als senkrecht zu den Schichten und kann unter Umständen bis auf etwa ein Zehntel der letzteren herabgehen.

Die Spannungsprüfungen erfolgen unter Öl. Um stets vergleichbare Meßergebnisse zu erhalten, empfiehlt es sich, nur Transformatorenöle von mindestens 80 kV/cm Durchschlagsfestigkeit zu verwenden (vgl. „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle", VDE 0370, II, § 11).

Sind an Hartpapierformstücken der Gruppe E Spannungsprüfungen vorzunehmen, so wird dieses in Anlehnung an die Spannungsprüfung nach § 22 oder an § 22 von VDE 0324 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierplatten" möglich sein.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Dortmund. 12. IV. 1933, abds. 7½ h, Gesellschaft „Casino": Vortrag Obering. W. Henning, Frankfurt a. M., „Vom Rutengänger zum Polarisator", neue Forschungen über Erd- und Wasserstrahlungen.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 10. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. d. Universität, Steindamm 6: Vortrag Dr. H. Probst, Berlin, „Moderne Schaltanlagen".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 11. IV. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, am Krökentor 1: Vortrag Dr. Heiles, Magdeburg, „Problem des Elektro-Großmaschinenbaues".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 11. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 des El. Inst. der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. v. Kutschera, „Richtlinien über zweckmäß. Auswahl neuzeitl. Sicherungsschalter und Sicherungen f. el. Antrieb".

Württ. Elektrotechn. Verein Stuttgart. 8. IV. 1933, nachm. 3½ h: Besichtigung der neuen Triebwagen für den el. Vorortsverkehr Stuttgart—Ludwigsburg—Plochingen in der Maschinenfabrik Eßlingen in Mettingen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen.

Herr Dipl.-Ing. E. Kosack beschreibt in der ETZ 1932, S. 988, ein als „Lochscheiben-Verfahren" bezeichnetes stroboskopisches Verfahren, das darin besteht, die unter Lichtwirkungen sich abspielenden Wechselstromerscheinungen durch eine synchron bzw. asynchron vom Motor angetriebene Lochscheibe hindurch zu beobachten. Insbesondere wird auch auf die wertvolle Möglichkeit hingewiesen, mittels einer auf die Achse eines Asynchronmotors gesetzten Lochscheibe, ähnlich wie bei einer Zeitlupe, die Vorgänge in wechselstromdurchflossenen Glimmlampen und Glimmlicht-Gleichrichtern sowie das Verhalten eines Wechselstrom-Lichtbogens zu studieren und als Demonstrationsversuche vorzuführen.

Im Anschluß an diesen interessanten Aufsatz des Herrn Kosack möchte ich auf meine frühere Arbeit[1] „Über stroboskopische Untersuchungen an Oszillographen" hinweisen, in der ich u. a. über die Anwendung des Lochscheiben-Verfahrens zur Beobachtung und „verlangsamten Kinematographie" der in Glimmlicht-Oszillographen und Braunschen Röhren sich abspielenden Wechselstromvorgänge und über die Verwendbarkeit dieser Anordnungen für Demonstrationsversuche und zur Ausführung von Frequenz-, Drehzahl- und Schlüpfungsmessungen berichtet habe. In diesem Zusammenhang sei auch das seinerzeit von mir angegebene, ebenfalls mit Lochscheibe arbeitende stroboskopische Verfahren zur punktweisen Aufnahme von Wechselstromkurven mit Spiegeloszillographen[2] erwähnt, das in vielen Fällen gute Dienste leisten kann und als Unterrichtsmittel vorzüglich geeignet ist.

Düsseldorf, 20. X. 1932. W. Geyger.

Erwiderung.

Aus der obigen Zuschrift ersehe ich mit Interesse, daß Herr W. Geyger sich ebenfalls mit der „stroboskopischen Lochscheibe" beschäftigt hat. Insonderheit das von ihm entwickelte Verfahren, sie zur punktweisen Aufnahme von Wechselstromkurven mit Hilfe von Oszillographen zu verwenden, bildet einen weiteren interessanten Beitrag für die in meinem Aufsatz hervorgehobene vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Lochscheibe für stroboskopische Untersuchungen.

Hagen i. W., 19. XI. 1932. E. Kosack.

[1] W. Geyger, Helios, Lpz., Bd. 28, S. 184 (1922).
[2] Vgl. W. Geyger, Physik. Z. Bd. 23, S. 102 (1922).

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrizitätstarife. Untersuchungen über Gestaltung von Grundgebührentarifen für Kleinabnehmer. Von Dir. Dipl.-Ing. A. Pirrung. Mit 56 Abb. i. Text, VIII u. 126 S. in 8°. Verlag Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin 1932. Preis geb. 5 RM.

Nachdem der Tarifausschuß der VdEW 1926 „Richtlinien zur Gestaltung von Grundgebührentarifen für Kleinabnehmer" und 1928 „Richtlinien zur Ermittlung der Gestehungskosten elektrischer Arbeit und zur Ableitung von Grundgebührentarifen für Kleinabnehmer" herausgegeben hatte, setzt er die Reihe seiner Veröffentlichungen mit dem vorliegenden Buche fort.

Mit der Einführung der Grundgebührentarife setzte zugleich ihre Mannigfaltigkeit ein. Während bei Großabnehmern fast allgemein die gemessene Höchstlast als Bezugsgröße für den Grundpreis gewählt wird, ist dies bei den Kleinabnehmern die Wohnungsgröße, der Anschlußwert oder die Brennstellenzahl, teils nach mehr oder weniger verwickelten Formeln. Grundpreis sowohl wie Arbeitspreis sind fast überall verschieden.

Geklärt und gegebenenfalls vereinheitlicht können diese Verhältnisse nur auf Grund sorgfältiger Ermittlung der Gestehungskosten werden. Die weitere Frage ist dann die Aufteilung der Gestehungskosten auf verschiedene Abnehmergruppen.

Der Verfasser betont, daß eine exakte Lösung zur Aufteilung der Gestehungskosten auf die Gesamtgruppe der Kleinabnehmer noch nicht gefunden sei, da manche der üblichen Voraussetzungen nicht allgemein zutrifft. Er bespricht kritisch fünf der gebräuchlichsten Methoden, nämlich Aufteilung

a) nach der Summe der Einzelhöchstlasten,
b) nach der Beteiligung an der Zentralenhöchstlast,
c) unter Einschaltung eines Ersatzkunden,
d) nach dem Treuhandgesetz,
e) verfeinerte Aufteilung nach der Methode des Ersatzkunden.

Wichtig ist der Hinweis auf die begrenzte Anwendbarkeit dieser Verfahren in Zeiten rückläufiger Konjunktur.

Die weitere Aufteilung auf die einzelnen Untergruppen ist schwieriger; sie war bisher meist auf Schätzungen angewiesen. Hier wollte der Verfasser durch systematische Messungen neue Unterlagen schaffen, damit wenigstens die Belastung der Untergruppen zur Zeit der Zentralenhöchstlast bekannt ist; danach ist dann wieder die Methode b) anwendbar.

Die Messungen stammen aus strukturell verschiedenen Versorgungsgebieten; zum Teil zieht der Verfasser auch bereits veröffentlichte Untersuchungen heran.

Aus den Belastungskurven werden, wie auch schon von anderer Seite vorgeschlagen, Einheitskurven gebildet, die den typischen Verlauf jeder Art von Verbrauchergruppen zeigen. Durch Vervielfachung läßt sich so die Gruppenbelastung ermitteln und sinngemäß auch die Gesamtbelastungskurve. Die dabei erzielbare Genauigkeit erweist sich als überraschend groß.

Die Gruppeneinteilung umfaßte: kleine, mittlere und große Haushaltungen, elektrische Küchen, sieben verschiedene Gewerbe, Kleinindustrie, Büros, Schulen, Ladenbeleuchtung und Straßenbeleuchtung.

Die Auswertung führt den Verfasser zu folgenden Ergebnissen: Die Methode des Höchstlastanteils bei Aufteilung der festen Kosten für Erzeugung und Fortleitung mit Hochspannung ist genau genug. Ein für alle Kleinabnehmergruppen einheitlicher Grundpreis je kWh gemessener Höchstlast entspricht nicht den Gestehungskosten. Bei einem Arbeitspreis von 10 Pf/kWh empfehlen sich als Bezugsgrößen für den Grundpreis:

im Haushalt für Licht und Kleinkraft die Zimmerzahl (elektrische Küchen bleiben ohne Grundpreisbelastung; für Nachtstrom u. ä. kommen Nachlässe in Frage);

in Handel und Gewerbe für Licht und Kraft der Anschlußwert;

in klein- und mittelbäuerlichen Betrieben
für Licht die Zimmer- oder Brennstellenzahl,
für Kraft die Größe der bewirtschafteten Grundfläche oder u. U. der Anschlußwert.

Die Höhe des Grundpreises richtet sich nach der von jedem Werk vorzunehmenden Kostenanalyse.

Das Vorwort betont, daß im Tarifausschuß der Arbeitspreis von 10 Pf/kWh teilweise als zu niedrig angesehen worden sei, daß die Wertschätzung des Stromes nach seinen Anwendungsgebieten und die verschiedene Leistungsfähigkeit der Abnehmer keine Berücksichtigung gefunden hätten.

Das kann m. E. den Wert des Buches in keiner Weise schmälern. Für die sorgfältige und gewissenhafte Arbeit sollte man dem Verfasser Dank wissen. Der Stil ist klar, Druck und Ausstattung vorzüglich. Die Anschaffung darf jedem Elektrizitätswirtschaftler empfohlen werden.

H. von Renesse.

Theorie der Wechselströme. Von Dr.-Ing. A. Fraenckel. 3., erw. u. verb. Aufl. Mit 292 Textabb., VI u. 260 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Preis geh. 20 RM, geb. 21,50 RM.

Über die früheren Auflagen dieses Buches ist in dieser Zeitschrift 1915, S. 210, und 1922, S. 491, berichtet worden. Die günstige Beurteilung, die das Buch von Anfang an erfahren hat, kann auch auf die Neuauflage ausgedehnt werden. Der Verfasser hat sich mit bestem Erfolge bemüht, den neueren Fortschritten z. B. auf dem Gebiet der Kettenleiter, der Schaltvorgänge Rechnung zu tragen und andere grundsätzliche Kapitel, wie z. B. Kreisdiagramme, schärfer zusammenzufassen. Das Bemühen, sich möglichst kurz zu fassen, ist unverkennbar, dürfte aber dazu führen, daß das Buch für viele zum Selbststudium ungeeignet wird. In Hochschulen wird es als Hilfsmittel neben den Vorlesungen gern benutzt werden und kann als solches bestens empfohlen werden. Es würde sicher von vielen Lesern begrüßt werden, wenn die z. T. etwas konzentrierte Theorie durch gute Zahlenbeispiele aus der Praxis stärker als bisher veranschaulicht würde.

E. Orlich.

Handbook of Technical Instruction for Wireless Telegraphists. Von H. M. Dowsett. 4., erw. Aufl. Mit 459 Abb. i. Text, XIX u. 487 S. in 8°. Verlag Iliffe & Sons Ltd., London 1930. Preis geb. 25/— s.

Dieses Buch ist ein Unterrichts- und Nachschlagebuch für englische Bordtelegraphisten. Es beschreibt ausführlich die Grundlagen der Elektrotechnik und der Schwingungslehre; dabei werden auch viele Rechenformeln mitgeteilt, ohne indessen eine tiefere theoretische Begründung zu erhalten. Das Buch umfaßt nahezu 500 Seiten, und es ist durchschnittlich auf jeder eine Abbildung. Diese Abbildungen sind besonders anschaulich gewählt; sie bringen eine lehrreiche Mannigfaltigkeit von Schaulinien, Schaltskizzen und Gerätebildern der britischen Gesellschaften für drahtlose Telegraphie. Die Funkensender werden ausführlich behandelt; eine Anzahl typischer Sender ist abgebildet. Ebenso sind in dem Abschnitt über Röhrensender zahlreiche Sender mit ihren Schaltungskizzen dargestellt. Das Kapitel Röhrenempfänger berücksichtigt die neuesten Schaltungen. Unter Richtungstelegraphie werden nicht nur Schaltungen und Geräte beschrieben, sondern es wird auch die kartographische Auswertung behandelt. Notsender und Alarmgeräte werden erklärt und alle Angelegenheiten des Betriebes wie Fehlerbeseitigung und Instandhaltung für den praktischen Bedarf dargestellt.

Kiebitz.

Einführung in die Mechanik und Akustik. Von Prof. Dr.-Ing. E. h. R. W. Pohl. 2. verb. Aufl. (Einführung in die Physik Bd. 1.) Mit 440 Abb., darunter 14 entlehnte. VIII u. 251 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 15,80 RM.

Daß der Elektrotechniker aus einer näheren Beschäftigung mit der Einführung in die Elektrizitätslehre von Pohl Gewinn ziehen wird, ist bei der Besprechung der 3. Aufl. hervorgehoben. Aber auch dieser später herausgegebene Band über Mechanik und Akustik wird dem Elektrotechniker eine Fülle von Anregungen geben. Hier wird auch mit dem „Herkömmlichen" gebrochen und die Anschaulichkeit und Klarheit stets in den Vordergrund gestellt. Eine Fülle charakteristischer Bilder, welche hier zum ersten Male gezeigt werden, ergänzen in harmonischer Weise den knappen Text. Die Fülle des Stoffes und die Eigenart seiner Behandlung können hier leider nicht eingehender geschildert werden. Gewicht, Arbeit, Energie, Impuls, Kreisel, beschleunigte Bezugssysteme sind nicht nur vom Standpunkte der Physik, sondern auch der Technik betrachtet. Flüssigkeiten und Gase und die Bewegungen in ihnen beschließen den Abschnitt über die Mechanik. Die Akustik gibt nicht nur einen kurzen Überblick über die moderne Entwicklung dieses Gebietes, sondern vermittelt weitgehende Einblicke in die Schwingungslehre und die Erscheinungen der

Digitized by Google

Wellen und Strahlung in so allgemeiner Form, daß damit nicht nur die Grundlagen für die Licht- und Röntgenoptik gelegt sind, sondern auch für die elektromagnetischen Schwingungen und Wellen. Daß der Umfang des Buches nicht zu groß gewählt wurde, ist im Zeitalter der Handbücher sicher kein Schaden, eher ein Anreiz mehr für den Leser, das Buch zu erwerben und durchzustudieren. E. Lübcke.

Eingegangene Doktordissertationen.

Herbert Brion, Über Drehmagnetisierung. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus Ann. Physik, 5. Folge, Bd. 15, H. 2, 1932, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig.)

Ernst Hormann, Zur Theorie der magnetischen Tonaufzeichnung. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus Elektr. Nachr.-Techn. 1932, Bd. 9, H. 10, Verlag Julius Springer, Berlin.)

W. Lieb, Untersuchungen über Verbrennungserscheinungen bei Dieselmaschinen. T. H. Stuttgart 1932.

Erich Pfeiffer, Dauerversuche mit Flacheisenschweißungen bei Beanspruchung auf Biegung. Untersuchung der zugehörigen Prüfmaschine. Bisherige Dauerversuche mit Schweißverbindungen. T. H. Stuttgart 1932.

Ommo H. Schmidt, Messungen über die Strahlungsinduzierung symmetrischer Antennen. T. H. Dresden 1932. (Erschien gleichz. in der Zeitschr. Hochfrequenztechn. u. El.-Akust. 1932, Bd. 40, H. 5, S. 158, Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.)

Rolf Woernle, Untersuchungen über die Kraftverteilung in Nietverbindungen. T. H. Stuttgart 1932.

Albrecht Blau. Der Inseratenmarkt der deutschen Tageszeitungen T. H. Berlin 1932. (Erscheint gleichzeitig in unveränderten Fassung als selbständiges Buch bei Junker & Dünnhaupt, Berlin.)

Gerhard A. Holle, Über die Eignung der Schweißung von hartgezogenem Kupferdraht. T. H. Berlin 1930.

Andreas Jaumann. Über die Eigenschaften und die Berechnung der mehrfachen Brückenfilter. T. H. Danzig 1932. (Sonderdr. aus „Elektr. Nachr.-Techn." Bd. 9, H. 7, S. 243. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Heinrich Kraemer, Beitrag zur Kenntnis des Induktions-Tiegelofens und seiner Metallurgie. T. H. Berlin 1931. (Sonderdr. aus „Z. VDI" Bd. 76, Nr. 36, 1932, und „Z. Metallkde." H. 11, 1932.)

Theodor Müller, Über Pfähle im Freileitungsbau. T. H. Berlin 1932. (Sonderdr. aus „Bautechn." 1932, IV. Vierteljahresheft. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin.)

Martin Rohrlach, Ausnutzung und Weiterentwicklung von Dampfkraftwerken bei Fernstromanschluß. T. H. Berlin 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Britischer Elektroaußenhandel 1932. — Der elektrotechnische Außenhandel Großbritanniens stand im vergangenen Jahr im Zeichen der Drosselungsmaßnahmen für die Einfuhr, die teils in erheblichen Zollerhöhungen, teils in einer weiteren Verschlechterung der Währung bestanden. Es ist aber bemerkenswert, daß die Währungsentwertung, die doch die Wettbewerbsbedingungen der britischen Elektroindustrie günstig beeinflußte, nicht zu einer Exportsteigerung geführt hat. Selbst in englischer Währung ist ein erheblicher Rückgang der Elektroausfuhr feststellbar: von 11,80 auf 9,54 Mill £ oder um 19 %. Bei der Umrechnung in deutsche Währung ergibt sich ein bedeutend größerer Rückgang von 37,5 %[1].

Die Elektroeinfuhr ist allerdings in wesentlich größerem Ausmaß zusammengeschrumpft. In englischer Währung sank sie von 6,45 auf 2,84 Mill £, d. h. um 56 %; nach der Umrechnung in deutsche Währung ergibt sich jedoch eine Verminderung um 68,5 %. Somit belief sich also 1932 der Wert der britischen Elektroeinfuhr auf weniger als ein Drittel der Einfuhr des Jahres 1931. Man muß hierbei berücksichtigen, daß in den letzten Monaten des Jahres 1931 in England mit einer weiteren Entwertung des Pfundes und mit der Einführung von Zöllen gerechnet wurde, so daß damals in großem Umfang ausländische Erzeugnisse auf Vorrat eingeführt wurden.

Der starke Einfuhrrückgang betrifft ausnahmslos alle Warengruppen. Die prozentual stärkste Schrumpfung gegenüber 1931 zeigt die Einfuhr von Batterien und Akkumulatoren. Auch die Glühlampeneinfuhr ist wertmäßig stark gesunken; hier müssen außergewöhnlich starke Preisrückgänge eingetreten sein, denn die Zahl der eingeführten Glühlampen hat sich gleichzeitig von 47 auf 50 Mill Stück erhöht.

Bei der Elektroausfuhr zeigen Glühlampen, Meßgeräte und -instrumente und Unterseekabel die verhältnismäßig geringsten Rückgänge. Eine starke Exportschrumpfung trat bei isolierten Drähten und Kabeln, bei den nicht näher bezeichneten Geräten und Einrichtungen, bei telephonischen und telegraphischen Geräten und Einrichtungen und auch bei einem Teil der elektrischen Maschinen ein.

Die Ausfuhr elektrischer Maschinen verminderte sich nach englischer Währung um 15,4 %, während sie nach der Umrechnung in deutsche Währung um 34,5 % zurückging, nämlich von 83,11 auf 54,42 Mill RM. Der mengenmäßige Rückgang beträgt dagegen nur 9,8 %. Nach den Angaben in englischer Währung ergeben sich wertmäßig Steigerungen. Bei der Ausfuhr elektrischer Maschinen nach den europäischen Ländern, nach Südafrika, nach Britisch-Indien und nach Australien. Aus den nachstehenden Zahlen ergibt sich, daß in Wirklichkeit die wertmäßige Ausfuhr nach allen Märkten mehr oder weniger stark zurückgegangen ist, am stärksten nach Japan, Südamerika, Neuseeland und Kanada. Mengenmäßig war dagegen die Ausfuhr elektrischer Maschinen nach Europa, Südafrika und Britisch-Indien im Jahre 1932 größer als 1931.

Der Ausfuhrüberschuß belief sich im Jahre 1932 auf 102,24 Mill RM gegenüber 108,32 i. V.[2].

Zahlentafel 1. Britischer Außenhandel nach Erzeugungsgruppen (in 1000 RM).

Erzeugnisgruppe	Ausfuhr		Einfuhr		Wiederausfuhr	
	1931	1932	1931	1932	1931	1932
Isolierte Drähte und Kabel	27 003	16 177	14 684	4 413	248	30
Elektrische Kohle	439	394	4 405	1 402	57	15
Bogenlampen, Scheinwerfer	133	103	57	30	19	7
Glühlampen	6 598	5 535	9 001	2 465	114	103
Andere Beleuchtungseinrichtungen	7 266	4 531	11 633	3 660	248	310
Batterien und Akkumulatoren	13 425	9 476	11 995	1 328	286	310
Meßgeräte und -instrumente	5 950	4 236	8 399	5 004	153	74
nicht näher bezeichnete Geräte und Einrichtungen	29 482	14 421	22 350	9 255	1 201	546
Telegraphen- und Telephondrähte und Kabel	8 944	3 291	553	74	57	9
Unterseekabel	3 223	2 908	458	—	—	—
Telephon- und Telegraphenapparate	39 380	25 254	36 443	12 767	1 735	708
El. Bahnmotoren	1 545	945	—	—	—	—
andere el. Motoren und Generatoren	33 601	17 181	—	—	—	—
nicht näher bezeichnete el. Maschinen	47 942	36 295	3 967	1 520	2 212	1 255

Zahlentafel 2. Ausfuhr elektrischer Maschinen.

Bestimmungsland	Ausfuhr in t		Ausfuhr in 1000 RM	
	1931	1932	1931	1932
Europäische Länder	7183	9045	24 257	20 723
Japan	113	41	477	192
Südamerika	2196	1052	7 037	2 819
Südafrika	2395	3215	7 228	6 494
Britisch-Indien	4330	5383	13 597	11 055
Australien	912	832	2 536	2 052
Neuseeland	1252	620	3 986	1 579
Kanada	2086	1151	5 168	2 288
Sonstige Länder	6780	3238	18 803	7 247

Zahlentafel 3. Gesamtwert des britischen Elektroaußenhandels (1000 RM).

	1931	1932
Ausfuhr	224 950	140 751
Wiederausfuhr	6 331	3 395
Ausfuhr insgesamt	231 281	144 146
Einfuhr	122 963	41 904
Ausfuhrüberschuß	108 318	102 242

A. Fr.

[1] Umrechnungswerte 1931 1 RM = 0,0524 £
1932 1 RM = 0,0677 £.

[2] Electr. Rev. Bd. 112, S. 92 (1933).

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Mechanische Resonanzschwingungen an einer Turbogruppe", H. 12 der ETZ dieses Jahres, sind auf S. 280 links die Unterschriften der Abb. 1 und 2 zu vertauschen.

Abschluß des Heftes: 31. März 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

AEG-Druckgasschalter.

Mitteilung der AEG.

Die Druckgasschalter der AEG werden für Betriebspannungen bis 30 kV in zwei Typen geliefert, die sich durch die Höhe der Ausschaltleistungen unterscheiden:

Typ	3	6	10	15	20	30 kV Betriebspannung
CPK	75	150	200	200	200	250 MVA
CP—2	150	250	400	400	400	500 „

Garantierte Drehstrom-Ausschaltleistung.

Der Typ CPK wird mit 7 bis 9 und Typ CP-2 mit 12 bis 16 atü betrieben. Die angegebenen Ausschaltleistungen werden mit dem Mindestdruck von 7 bzw. 12 atü sicher erreicht. Die obere Druckgrenze von 9 bzw. 16 atü wurde zur Erzielung einer für mehrere Schaltungen ausreichenden Luftreserve festgelegt.

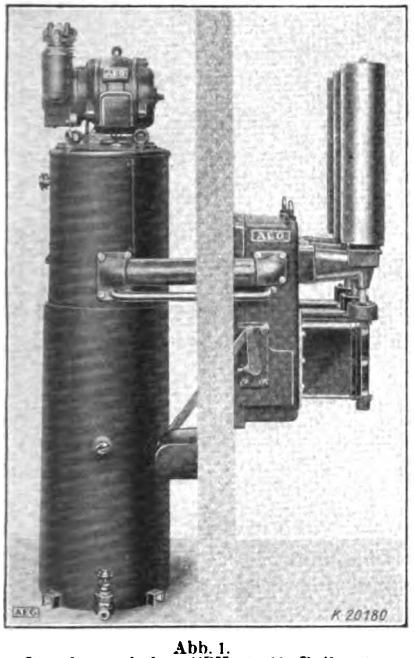


Abb. 1.
Druckgasschalter CPK 10/600, Reihe 10, 600 A, Ausschaltleistung 200 MVA mit aufgebautem Motorkompressor.

Der Druckgasschalter CPK (Abb. 1) kann mit eigenem Kompressor ausgerüstet werden und ist dann ohne weiteres auch als Einzelschalter verwendbar. Er wird in erster Linie für Nennstromstärken bis 600 A ausgeführt, kann aber auch für höhere Nennstromstärken hergestellt werden. Der Schalter ist für Wandmontage ausgebildet. Die Energie zum Betrieb des Schalters liefert ein neuartiger Kraftspeicher, bei dem Druckluft als Arbeitsträger Verwendung findet. Der Kraftspeicher besteht aus dem Schalter-Luftkessel mit Steuerapparatur und dem bei Ausführung als Einzelschalter darauf aufgebauten Motorkompressor.

Auf der Grundplatte des Schalters, in welcher der Antriebzylinder für die Schaltbewegungen eingebaut ist, sind die Pole angeordnet. Ihre Oberteile, bestehend aus Schaltdüse und darüberliegender Abgasführung mit eingebauten Schalldämpfern, sind auf hohlen Isolatoren angeordnet, durch welche die Löschluft zugeführt wird. Die Unterteile der Pole dienen als Führung für die Schaltstifte und sind ebenfalls auf hohlen Isolatoren aufgebaut. Zur Verbindung der Schaltstifte mit einer den drei Polen gemeinsamen Welle, die von dem Antriebzylinder bewegt wird, sind in den hohlen Isolatoren Schalthebel aus Isolierstoff untergebracht. Zwischen Ober- und Unterteil ist eine Luftstrecke vorhanden, so daß die erfolgte Trennung der Kontakte gut sichtbar ist. Dadurch ist es bei ausgeschaltetem Schalter auch möglich, die Beschaffenheit der Schaltstifte zu kontrollieren.

Die Steuerapparatur des Antriebes ist mit dem Schalter durch zwei Rohrleitungen verbunden. Durch die stärkere wird dem Schalter die beim Ausschalten zur Unterbrechung des Lichtbogens und zum Bewegen des Antriebzylinders erforderliche Druckluft zugeführt. Die schwächere Leitung dient zur Zuführung der beim Einschalten lediglich zur Bewegung des Antriebzylinders notwendigen Druckluft.

Die Steuerapparatur besteht aus den Ventilen und den Elektromagneten für Fern-Aus- und -Einschaltung, sowie bei Ausführung als Einzelschalter mit aufgebautem Kompressor aus einem Druckschalter zum selbsttätigen Aus- und Einschalten des Kompressormotors. Auf der Vorderseite der Steuerapparatur sind Zugknöpfe für die Betätigung des Schalters von Hand, Meldelampen, Lampenschalter und Manometer angebracht, bei aufgebautem Kompressor außerdem ein Schalter für den Motor.

Der Druckgasschalter Form CPK kann mit Primärauslösung ausgerüstet werden, die unter Verwendung einer Hilfstromquelle den Auslösemagnet einschaltet oder mittels eines Hilfsventiles direkt auf das Ausschaltventil wirkt.

Die Hochspannungsanschlüsse sind oben am Schalldämpfer und unten an der Führung des Schaltstiftes vorgesehen. Die Anschlußleitungen können daher senkrecht von oben zu- und senkrecht nach unten abgeführt oder auch von oben zu- und nach oben wieder abgeführt werden. Im letztgenannten Falle tritt die geringe Tiefenabmessung des Schalters besonders vorteilhaft in Erscheinung.

Abb. 2 zeigt den Druckgasschalter Form CP-2, bei dessen Entwicklung in erster Linie die bei dem Einbau von öllosen Schaltern in großen Anlagen maßgebenden Gesichtspunkte berücksichtigt wurden. Er wird im Gegensatz zu der vorstehend beschriebenen Form CPK fahrbar hergestellt und ist für alle praktisch vorkommenden Nennstromstärken ausführbar.

In dem unteren rechteckigen Gehäuse des Schalters sind das Triebwerk und die den drei Polen gemeinsame Antriebswelle untergebracht. Auf dem Gehäuse sind die Schalterpole angeordnet, die aus den unteren Isolatoren, den darüberliegenden metallischen Zwischenstücken, den auf diesen aufgebauten oberen Isolatoren und den darauf ruhenden Schalt- oder Kontaktdüsen bestehen. In das metallische Zwischenstück münden die aus dem Triebwerkgehäuse austretenden Luftzuführungsrohre, durch die bei diesem Typ die beim Ausschalten erforderliche Blasluft den Trennstellen zugeführt wird. Die in ihrem unteren Teil aus Isolierstoff bestehenden Kontaktstangen gehen durch die hohlen Schalterpole hindurch und werden mittels auf der Schalterwelle aufgeschweißter Kurbeln bewegt. Die Abgasführungen mit eingebauten Schalldämpfern werden bei dieser Schalterbauart oben auf die Düsen aufgesetzt und an der Decke oder an vorhandenen Tragkonstruktionen mittels Stützern befestigt. Die Anschlüsse befinden sich an der Düse und an dem metallischen Zwischenstück.

Abb. 2. Druckgasschalter CP 20/600—2, Reihe 20, 600 A, Ausschaltleistung 500 MVA, Ausführung für Innenräume, Schalldämpfer abgenommen.

Bei dieser Schalterform wird der in unmittelbarer Nähe des Schalters anzuordnende Luftkessel an eine zentrale Drucklufterzeugungsanlage unter Zwischenschaltung einer Füllarmatur angeschlossen. Die Verbindung dieses Luftkessels mit dem vor dem Triebwerkgehäuse angebauten Ventilblock, der alle zur Steuerung des Schalters erforderlichen Ventile sowie die Elektromagnete für Fern-Ein- und -Ausschaltung enthält, erfolgt durch ein starkes Rohr.

Der AEG-Druckgasschalter ist der einzige öllose Schalter, der für alle Betriebspannungen von 3 bis 220 kV einheitlich nach dem gleichen Prinzip hergestellt wird. Eine große Anzahl derartiger Schalter für Betriebspannungen bis 100 kV ist seit drei Jahren in Betrieb und hat sich bestens bewährt.

Digitized by Google

Grundlegend veränderte Neuauflage!

VDE-Vorschriftenbuch

19. Auflage

nach dem Stande am 1. Januar 1933

Die gesamte innere Anordnung und Gliederung des VDE-Vorschriftenbuches ist grundlegend umgewandelt worden. — Die 19. Auflage bringt diese Neuerungon zum ersten Male.

Da ferner nach zweijähriger Pause nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten in erstmaliger oder völlig neu bearbeiteter bzw. geänderter Fassung enthalten ist, kommt eine Weiterverwendung älterer Auflagen nicht mehr in Betracht.

Die Neuerungen:

1. **Um-Numerierung mit den neuen VDE-Arbeitsnummern.**
2. **Neue Reihenfolge — neue Gliederung — neue Zitierungsart der VDE-Arbeiten.**
3. **Inhaltsübersicht auf farbigen Kartons vor jedem Gruppen-Abschnitt.**
4. **Vollkommen neues Sachverzeichnis — mehr als vierfache Stichwortzahl.**
5. **Etwa 200 Seiten Mehrumfang (1287 Seiten).**
6. **Geringere Dicke des Bandes (Dünndruckpapier).**
7. **Festeres Einbandleinen.**
8. **Alle Exemplare mit Daumenregister.**
9. **Nochmals herabgesetzte Preise (s. unten).**
10. **Ein Umtausch-Angebot (s. unten).**

Die Preise:

Für Nichtmitglieder: Statt RM 20.60 (1931), RM 18.55 (1932) nur noch RM **16.20**

Für VDE-Mitglieder: Statt RM 18.80 (1931), RM 16.95 (1932) nur noch RM **14.60**

Das Umtausch-Angebot:

Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur RM **13.80**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. —
Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung vorzunehmen. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER E.V.

VERLAGSABTEILUNG · BERLIN-CHARLOTTENBURG 4, BISMARCKSTRASSE 33

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 13. April 1933 | Heft 15

Der Stand der elektrischen Küche im In- und Ausland 1932.

Von Dipl.-Ing. Fr. Mörtzsch, Berlin.

Übersicht. An Hand statistischer Unterlagen wird über die Verbreitung des elektrischen Kochens im In- und Ausland berichtet.

Die Einführung der elektrischen Küche hat im letzten Jahr im In- und Ausland ganz erhebliche Fortschritte gemacht.

I. Deutschland.

Anfang des Jahres hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke, e. V., wie in den vergangenen Jahren[1] eine Befragung ihrer Mitgliedswerke durchgeführt, deren Ergebnis nunmehr vorliegt. Zahlentafel 1 zeigt, daß die Zahl der Haushaltherde (Vollherde mit Bratofen und zwei oder mehr Kochplatten) sich in einem Jahre mehr als verdoppelt hat. Die Gesamtzahl der elektrischen Küchen ist um 68 % gewachsen.

Zahlentafel 1: Verbreitung der elektr. Küche in Deutschland.

Art der Kochgeräte	1930 Anzahl	1931 Anzahl	1931 Zuwachs %	mittl. Anschlußwert (kW) je Gerät
Zweiplatten-Tischherde . .	14 183	21 565	52	2,3
Vollherde	17 259	36 140	110	4,9
Haubenkochgeräte	13 711	18 259	33	0,85
elektr. Küchen, gesamt .	45 153	75 964	68	—

Besonders deutlich zeigt Abb. 1 die rasche Zunahme. Die überwiegende Anzahl aller deutschen Elektrizitätswerke hat heute besondere Kochstrom- oder Haushalttarife mit einem kWh-Preis von 8 ··· 10 Pf. Seit Juli 1932 hat auch die BEWAG nunmehr einen neuen Kochtarif (8 Pf/kWh) eingeführt.

Die Elektrizitätswerke fördern die Einführung des elektrischen Kochens durch Einräumung günstiger Teilzahlungsbedingungen, Kochvorträge usw. Die Herdkonstruktionen sind noch besser durchgebildet worden, wodurch einerseits eine wesentliche Senkung der Anschaffungskosten, anderseits größte Sicherheit gegen Störungen erreicht wurde. Außer vielen Herden in Einzelhaushaltungen, vor allem in Überlandgebieten, ländlichen Kleinstädten, ist im vergangenen Jahr auch eine ganze Reihe großstädtischer Siedlungen, z. B. in Berlin-Steglitz, Potsdam, Darmstadt usw., mit elektrischen Küchen ausgerüstet worden.

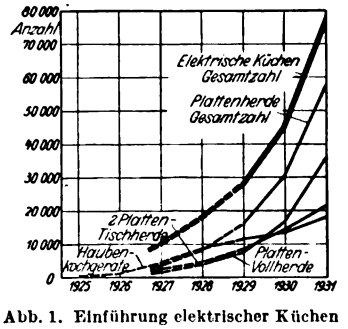


Abb. 1. Einführung elektrischer Küchen in Deutschland 1925 ··· 1931.

Auch die elektrischen Heißwasserspeicher haben im letzten Jahr ganz wesentlich an Verbreitung zugenommen, wie Zahlentafel 2 zeigt.

Zahlentafel 2.

	1930 Anzahl	1931 Anzahl	1931 Zuwachs %	mittl. Anschlußwert (kW) je Gerät
Heißwasserspeicher . . .	29 521	41 931	42	0,98

[1] Vgl. Mörtzsch, Die elektrische Küche in Deutschland, ETZ 1931, S. 1162.

Wie man aus den Untersuchungsergebnissen eines mitteldeutschen Überlandwerks schließen kann, fanden die Speicher vorwiegend in Haushaltungen und bei Gastwirten Anwendung (Zahlentafel 3)[2].

Zahlentafel 3.

Art des Betriebes	Anteil an der Gesamtzahl in %	durchschn. Größe in l
Haushaltungen . . .	36	56
Gastwirte	32	64
Ärzte	9,6	53
Fleischer	6,0	56
Friseure	6,0	47
sonst. Gewerbe	6,0	52
Landwirtschaft . . .	3,0	73
Bäcker	1,4	30

Einen lebhaften Antrieb hat das Speichergeschäft vor allem in letzter Zeit durch die Vermietung von Heißwasserspeichern erlangt, wobei mit gutem Erfolg die elektrische Energie zum Teil nach Pauschaltarifen abgegeben wurde. In neuester Zeit sind zu diesen vorwiegend mit Nachtstrom beheizten Heißwasserspeichern nunmehr in großem Umfange auch sog. Kleinspeicher mit 5 bzw. 8 l Inhalt getreten, die dann vorwiegend mit Tagstrom betrieben werden.

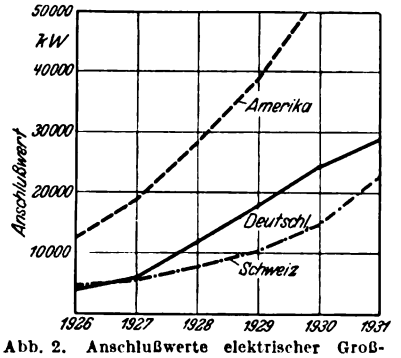


Abb. 2. Anschlußwerte elektrischer Großküchen in Deutschland, der Schweiz und V. S. Amerika 1926 ··· 1931.

Eine recht erfreuliche Entwicklung hat auch die Einführung der elektrischen Großküche genommen. In Zahlentafel 4 ist die Zahl der elektrischen Großküchen für die letzten zwei Jahre aufgeführt. Auch hier ist im letzten Jahr ein lebhafter Anstieg der Absatzziffern zu erkennen.

Zahlentafel 4: Verbreitung elektrischer Großküchen in Deutschland.

Großküchen in	1930 Anzahl	1931 Anzahl	1931 Zuwachs %	mittl. Anschlußwert (kW) je Großküche
Kasinos	73	88	20	63
Gaststätten	122	152	25	59
Heilstätten	73	91	25	65
verschieden. Betrieben	111	160	44	45
Großküchen, gesamt .	379	491	30	57

Unter „Großküchen" werden hierbei nur gewerbliche Küchen (in Gaststätten, Kasinobetrieben, Krankenanstalten, Speisehäusern, Pensionen, Restaurants) verstanden und ferner solche Küchen in größeren Villenhaushaltungen, die 15 kW Anschlußwert und mehr aufweisen. Das starke Anwachsen der Großküchen in „verschiedenen Betrieben" ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß im letzten Jahr eine besonders große Anzahl von Internaten, Priesterseminaren, Kinder- und Altersheimen, Warenhäusern usw. zum elektrischen Betrieb übergingen.

[2] Mueller, Absatzförderung von Heißwasserspeichern. Fortschritte in der Elektr. d. Haushalts. VDEW-Verlag, Berlin 1931, S. 28.

Digitized by Google

In Abb. 2 ist die Zunahme des Anschlußwertes der Großküchen in Deutschland im Vergleich zur Schweiz und den V. S. Amerika erkenntlich.

II. Schweiz.

Große Verbreitung hat das elektrische Kochen in der Schweiz gefunden, was auch verständlich ist, wenn man bedenkt, daß die Schweiz den gesamten Wärmebedarf, abgesehen vom eigenen Brennholz, ausschließlich durch Einfuhr aus dem Ausland deckt, während für elektrische Energie ja zum größten Teil heimische Wasserkräfte zur Verfügung stehen. Abb. 3 zeigt die Anschlußbewegung elektrischer Haushaltherde in der Schweiz[3]. Man erkennt deutlich, daß vor allem gegen Ende des Weltkrieges infolge des Kohlenmangels die Einführung des elektrischen Kochens eine wesentliche Förderung erfuhr. Ab 1922 setzt dann die vermehrte Werbung der Elektro-Industrie und der Elektrizitätswerke ein. Ende des Jahres 1931 waren 172 580 elektrische Herde (Vollherde und Zweiplatten-Tischherde) in Betrieb, das sind etwa 18 % der in der Schweiz vorhandenen Haushaltküchen. Von den im Jahre 1931 neu eingerichteten Küchen in der Schweiz entfallen 43 % auf elektrische Küchen. Es ist beachtenswert, daß der mittlere Anschlußwert der elektrischen Herde von 2,1 kW im Jahre 1920 auf 4,1 kW im Jahre 1930 und 4,5 kW im Jahre 1931 gestiegen ist.

Eine fast noch raschere Entwicklung hat der Absatz elektrischer Heißwasserspeicher durchgemacht, wie Abb. 3 zeigt. Ende 1931 sind in der Schweiz 122 200 Heißwasserspeicher vorhanden gewesen, so daß etwa 13 % aller Haushaltungen elektrische Heißwasserspeicher besaßen. Auch hier ist die Durchschnittsgröße im Laufe der Jahre gewachsen. Während 1923 der durchschnittliche Anschlußwert 320 W betrug, beträgt er 1930 1180 W.

Die elektrische Großküche dagegen hat sich in der Schweiz wesentlich später entwickelt. Heute sind 636 elektrische Großküchen[4] mit annähernd 23 000 kW Anschlußwert in Betrieb. Wie in Deutschland überwiegen auch hier die Großküchen in Hotels, Restaurants (etwa 50 %), während die Krankenhäuser nur einen verhältnismäßig geringen Anteil aufweisen. Der mittlere Anschlußwert der Großküchen beträgt 36 kW, ist also geringer als in Deutschland, was wohl auf die etwas andere Eingrenzung des Begriffs „Großküche" zurückzuführen ist.

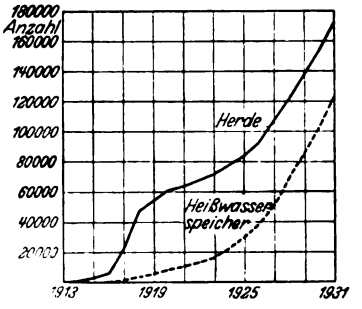


Abb. 3. Absatzentwicklung elektrischer Haushaltherde und Heißwasserspeicher in der Schweiz 1913 ··· 1931.

III. Nordische Länder.

Genaue Angaben über die Verbreitung der verschiedenen Elektrowärmegeräte in Norwegen sowie über ihren kWh-Verbrauch liegen nicht vor, was z. T. mit der Art der Verrechnung (Pauschaltarif oder einheitlicher kWh-Preis) zusammenhängt. Es wird jedoch geschätzt, daß 1930 etwa 250 000 elektrische Haushaltherde in Betrieb waren. So kochen z. B. in Stavanger und anderen Städten fast sämtliche Einwohner elektrisch, was auch daraus hervorgeht, daß auf den Gesamtabsatz des Elektrizitätswerks Stavanger von 81,9 Mill kWh fast 60 % auf Elektrowärmestromabsatz, das sind etwa 1000 kWh je Kopf der Bevölkerung, entfallen[5]. Auch in Oslo kochen etwa 15 % der Stromabnehmer elektrisch.

In Schweden hat sich das elektrische Kochen ganz gut eingeführt. Genaue Zahlen über die Gesamtergebnisse liegen nicht vor. In einigen Orten, so z. B. in Kiruna, Melmborget, Boden usw., kochen über 50 % aller Haushaltungen elektrisch. Auch in einigen Vorstädten Stockholms, wie Djursholm, Stocksund und Lindingö, kochen z. T. bis zu 70 % der Haushaltungen elektrisch[6].

In Dänemark waren Anfang des Jahres etwa 3000 elektrische Herde und etwa 1000 elektrische Heißwasserspeicher (meist 30 l-Speicher) in Betrieb. Etwa die Hälfte aller elektrischen Herde befindet sich im Versorgungsgebiet der Nordsjaellands Elektricitets og Sporrejs Aktieselskab, Hellerup.

IV. Holland.

In Holland haben vor allem elektrische Heißwasserspeicher eine große Verbreitung gefunden. Ende des Jahres 1931 waren in Amsterdam 16 000, im Haag über 12 000 elektrische Heißwasserspeicher in Betrieb[7]. Im Haag sind somit etwa 25 % aller vorhandenen Haushaltungen mit elektrischen Heißwasserspeichern ausgerüstet. Hierbei wurden folgende Speichergrößen bevorzugt:

Speichergröße in l	Anteil an der Gesamtzahl in %
30	73
50	14
120	6
200	7

In den letzten Jahren hat nunmehr aber auch die Einführung des elektrischen Kochens in Holland erfreuliche Fortschritte gemacht. Ende 1931 waren 2500 Küchen in Betrieb. Die meisten Herde finden sich im Versorgungsgebiet der N. V. Provinciale Geldersche Electriciteits-Maatschappij.

V. Österreich.

Auch in Österreich beginnt man das elektrische Kochen einzuführen. Im Juni 1932 waren in Österreich fast 1500 elektrische Vollherde mit eingebauten Bratöfen[8] und fast 500 Tischherde, insgesamt also knapp 2000 elektrische Küchen, in Betrieb. Die Mehrzahl der elektrischen Herde befindet sich in den Städten Linz, Salzburg, Innsbruck und bei den Vorarlberger Kraftwerken. Aber auch in Wien beginnt man die Vorteile der elektrischen Küche zu erkennen und hat in diesem Jahr ein Hochhaus mit einer großen Anzahl von Wohnungen mit elektrischen Küchen ausgestattet. Ferner waren in Österreich im Juni 1932 22 elektrische Großküchen mit etwa 700 kW Anschlußwert in Betrieb. Die Zahl der elektrischen Heißwasserspeicher betrug Anfang des Jahres 1932 etwa 1500 Stück.

VI. Frankreich.

In Frankreich hat man ebenfalls in den letzten Jahren der Einführung des elektrischen Kochens mehr und mehr Aufmerksamkeit geschenkt. In Elsaß-Lothringen wurden vor allem viele sog. Sparherde (Elektro-Oekonom mit Plattenherd kombiniert) benutzt. In Paris machte die Einführung elektrischer Heißwasserspeicher lebhafte Fortschritte (s. Abb. 4). Ende 1931 waren 3017 Heißwasserspeicher mit einem Anschlußwert von 4443 kW und einem Gesamtinhalt von 377 900 l angeschlossen. Der durchschnittliche Nenninhalt der Heißwasserspeicher ist etwas größer, als in Deutschland allgemein üblich ist. Er beträgt fast 120 l.

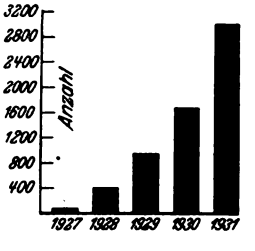


Abb. 4. Absatz elektrischer Heißwasserspeicher in Paris.

VII. Übriges Europa.

Schließlich findet die elektrische Küche auch in England und Italien mehr und mehr Eingang. Genaue zahlenmäßige Unterlagen über die Verbreitung sind dem Verfasser aber nicht bekannt.

VIII. V. S. Amerika.

Von den außereuropäischen Ländern haben zweifellos die Elektrowärmegeräte die schnellste Verbreitung in den V. S. Amerika gefunden. 1929 waren bereits 857 000 elektrische Herde in Betrieb[9]. Anfang 1931 wird die Zahl auf über 1 Mill geschätzt. Die steigende Absatztendenz

[3] Härry, Schweizer Elektro-Rundschau (Beilage zur Elektr.-Verwertg.) 1931, S. 37; ders., Elektrowärme in Haushalt- und Großküche in der Schweiz, Elektrowärme-Jb. 1931, Verlag Schubert & Co., Berlin, S. 246.
[4] Härry, Schweizer Elektro-Rundschau (Beilage zur Elektr.-Verwertg.) 1932, S. 43.
[5] Haukas-Malde, Die Entwicklung der Elektrowärme in Norwegen, Elektrowärme-Jb. 1931, Verlag Schubert & Co., Berlin, S. 228.
[6] S. Stålhane, Elektrowärme in Schweden, Elektrowärme-Jb. 1931, Verlag Schubert & Co., Berlin, S. 242.
[7] Bakker, Erfahrungen bei der Einführung elektrischer Heißwasserspeicher in Holland, Berichtsheft Fortschritte in der Elektrifizierung des Haushalts, VDEW-Verlag, Berlin 1931, S. 34.
[8] Langer, Die elektrische Küche in Österreich, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 361 (1932).
[9] Wolf, Elektrowärmeverwendung in den V. S. Amerika, Elektrowärme-Jb. 1931, Verlag Schubert & Co., Berlin, S. 254.

Digitized by Google

geht aus Zahlentafel 5 hervor, die sich auf eine Schätzung der Herdverkäufe der bekanntesten Fabrikanten stützt.

Zahlentafel 5.

Jahr	1925	1926	1927	1928	1929
jährlicher Herdabsatz Stück	45 000	110 000	110 000	135 000	160 000

Heißwasserspeicher haben erst in den letzten Jahren in den V. S. Amerika eine größere Verbreitung gefunden, während elektrische Großküchen schon seit 1927 mit gutem Erfolg benutzt werden[10].

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das elektrische Kochen in fast allen europäischen Ländern und in den V. S. Amerika in den letzten Jahren wesentlich an Verbreitung zugenommen hat. Die Herdkonstruktionen haben sich in der Praxis des Haushalts bewährt; die Elektrizitätswerke haben durch Einräumung geeigneter Haushalt- und Kochstromtarife und durch Teilzahlungs- und Mietsysteme die Einführung beachtenswert erleichtert.

[10] B. M. Riker, Electr Wld., N. Y., Bd. 97, S. 963 (1931).

Das Stromvektordiagramm des Einphasenmotors mit Kapazität in der Hilfsphase.

Von F. Punga, Darmstadt.

(*Schluß von S. 307.*)

Der Leerlauf.

Bei Vollast und im Anlauf hat der Einphasen-Kondensatormotor Eigenschaften, die denen des Mehrphasenmotors vollständig gleichwertig und sogar überlegen sind. Aber im Leerlauf ergeben sich, wie schon im letzten Abschnitte angedeutet, wesentliche Nachteile. Während die Verluste des Mehrphasenmotors im Leerlauf praktisch aus Eisen- und Reibungsverlusten bestehen, treten beim Kondensatormotor noch beträchtliche Kupferverluste hinzu, es sei denn, daß man die Kapazität dem Leerlauf besonders anpaßt, was aber in der Praxis meistens nicht möglich ist. Eine Veränderung der Kapazität nach dem Anlaufen kann ja selbsttätig mit dem Vorgang des Anlassens verbunden werden, aber die Kapazität der veränderlichen Belastung des Motors anzupassen, wird zu kompliziert.

In seinem früheren Aufsatz[11] hat der Verfasser schon angegeben, in welcher Weise man die Kapazität (nämlich proportional der induktiven Komponente des Zweiphasenmotors) und die der Hilfsphase zugeführte Spannung verändern müßte, wenn der Einphasenmotor kein inverses Feld besitzen soll. Ist aber die Kapazität bei Leerlauf genau so groß wie bei Vollast, und ist im letzteren Falle das inverse Feld verschwunden, so ist im Leerlauf ein starkes inverses Feld vorhanden, das die Cu-Verluste wesentlich erhöht.

Wir wollen jetzt versuchen, das rechts und links rotierende Drehfeld in der symbolischen Schreibweise darzustellen. Eine einfache Überlegung zeigt, daß ersteres proportional $\frac{1}{2}(I_1 - j\,c\,I_2)$ und letzteres proportional $\frac{1}{2}(I_1 + j\,c\,I_2)$ ist. Wird das Drehfeld des vollbelasteten Zweiphasenmotors (Strom $= I_v$) mit F_d bezeichnet, so können wir auch den Proportionalitätsfaktor sofort hinschreiben, nämlich F_d/I_v.

Setzen wir nun aus Gl. (17) und (18) die Werte von I_1 und I_2 ein, so erhalten wir die verhältnismäßig einfachen Ausdrücke

$$\text{rechtsrot. Feld} = h\,F_d = U\,\frac{F_d}{I_v}\,\frac{Z_0(c-j)\,c + Z_k}{Z\,(2\,c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k} \quad (27)$$

$$\text{linksrot. Feld} = h'\,F_d = U\,\frac{F_d}{I_v}\,\frac{Z\,(c+j)\,c + Z_k}{Z\,(2\,c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k} \quad (28)$$

Das Verhältnis k des letzteren zum ersteren läßt sich einfach darstellen:

$$k = \frac{h'}{h} = \frac{Z\,(c+j)\,c + Z_k}{Z_0(c-j)\,c + Z_k} = \frac{Z - Z_k'}{Z_0\,\dfrac{c-j}{c+j} - Z_k'},$$

wo

$$Z_k' = -\frac{Z_k}{(c+j)\,c}$$

eingeführt wird.

In Abb. 6 ist K der Impedanzkreis eines Zweiphasenmotors mit $c = 1$;

$$OG = Z_k' = -\frac{Z_k}{1+j}$$

und

$$OH = -j\,Z_0.$$

OH wird aus Z_0 durch Verdrehung um den Winkel -2 arc tg c erhalten (also um $-90°$, wenn $c = 1$). Ist nun OK ein beliebiger Wert der Impedanz, so ist der dazu gehörige absolute Wert von k (und nur dieser interessiert uns) gleich GK/HG. Liegt also G auf dem Impedanzkreis (Punkt P), so wird für die entsprechende Belastung $k = 0$; andernfalls gibt es eine Belastung, für welche k ein Minimum wird.

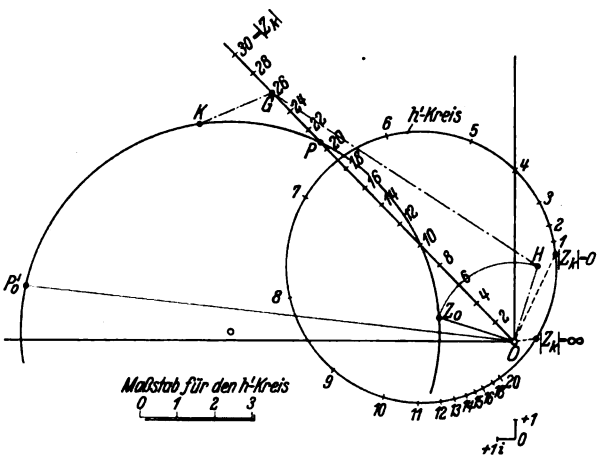


Abb. 6. Bestimmung der Amplitude des invers rotierenden Feldes.

Noch wichtiger als k ist das Verhältnis h und h' der Amplitude des rechts- und linksrotierenden Feldes zum normalen Drehfeld des vollbelasteten Zweiphasenmotors. Wir führen $Z_v = U/I_v$ ein und erhalten

$$h = \frac{[Z_0(c-j)\,c + Z_k]\,Z_v}{Z\,(2\,c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k}$$

$$h' = \frac{[Z\,(c+j)\,c + Z_k]\,Z_v}{Z\,(2\,c^2 Z_0 + Z_k) + Z_0 Z_k}.$$

h' läßt sich am besten vektoriell aufzeichnen, obgleich nur die absoluten Werte Interesse haben. Bei gegebenem Z_k ist innerhalb der Grenzen $\sigma = 0$ und $\sigma = 1$ h' ein Kreis und bei gegebenem Schlupf und veränderlichem Z_k ist h' ebenfalls ein Kreis. Für letzteren Fall, u. zw. für $\sigma = 0$ ist in Abb. 6 h' als Kreis eingezeichnet. Die Zahl 20 entspricht demjenigen Werte von Z_k, der für die Kurven A und A' in Abb. 5 benutzt worden ist. Die Werte von h' können an Hand des Maßstabes als absolute Werte der Entfernung von O nach einem beliebigen Punkte des Kreises abgelesen werden. Zu $Z_k = 0$ gehört $h' = \dfrac{Z_v(c+j)}{2\,Z_0\,c}$ und zu $Z_k = \infty$ gehört $h' = \dfrac{Z_v}{Z + Z_0}$; dabei ist $c = 1$, $Z_v = OP$, $Z = OP_0'$ eingesetzt worden.

In Abb. 7 sind die bei $\sigma = 0$ auftretenden Rechts- und Linksfelder, nämlich h und h' in Abhängigkeit von der gewählten Impedanz aufgetragen; der Wert $Z_k = 20$ sei wiederum diejenige Impedanz, die in Abb. 5 zu den Kurven A und A' gehört, die also bei Vollast des Motors ein Verschwinden des linksrotierenden Feldes bedingt. Wir erkennen, daß bei $\sigma = 0$ das invers rotierende Feld praktisch so groß ist wie das Vollastdrehfeld. Bei der drei-

[11] Punga, Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 267 (1927).

Digitized by Google

fachen Kapazität erhalten wir aber ein Verhältnis $h' = 6{,}7$! Das von einem Drehfeld erzeugte Drehmoment ist dem Quadrate der Amplitude des Drehfeldes und dem Widerstande $R_{(\sigma)}$ proportional; der letztere Wert kann als der skalare Teil der Impedanz $\frac{1}{\frac{1}{jX_m}+\frac{1}{\frac{R_2}{\sigma}+jX_2}}$ aufgefaßt werden; denn der Ersatzstromkreis Abb. 8a läßt sich ja in bekannter Weise in die Form 8 b umwandeln, wobei

$$R_{(\sigma)} = \frac{X_m^2 \frac{R_2}{\sigma}}{\left(\frac{R_2}{\sigma}\right)^2 + (X_2 + X_m)^2}$$ wird[12].

Für $\sigma = 0$ wird $R_{(\sigma)} = 0$ (denn wenn der Rotor sich ebenso schnell dreht wie das Drehfeld, so können in den Stäben des Rotors keine elektromotorischen Kräfte erzeugt werden). Für das

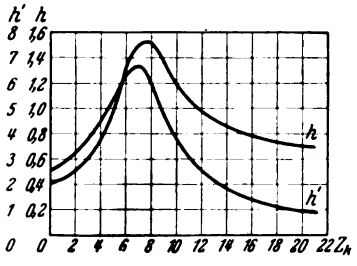


Abb. 7. Die Amplituden des rechts- und linksrotierenden Feldes in Abhängigkeit von der Größe der Kapazität.

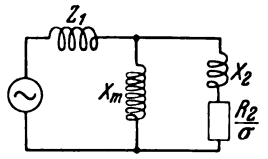


Abb. 8a.

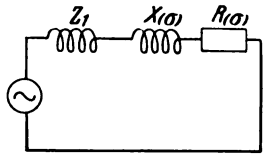


Abb. 8b.

Abb. 8a und b. Ersatzdiagramme.

invers rotierende Feld ist aber jetzt $\sigma = 2$ einzusetzen, und hierfür ist mit genügender Genauigkeit

$$R_{(\sigma=2)} = \frac{R_2}{2} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{X_2}{X_m}\right)^2} = \frac{R_2}{2}(1-\tau)$$

und das negative Drehmoment in synchronen Watt und je Phase ist:

$$\left(U \frac{Z(c+j)c+Z_k}{Z(2c^2Z_0+Z_k)+Z_0Z_k}\right)^2 \frac{R_2}{2}(1-\tau).$$

Die Verluste im Rotor sind doppelt so groß; die eine Hälfte wird direkt vom Stator auf magnetischem Wege übertragen, die andere Hälfte muß mechanisch durch Antrieb des Rotors übertragen werden. Im Leerlauf wird nun die Drehzahl sich so weit senken, daß das Rechtsfeld dieses Drehmoment erzeugen kann. Der zum reinen Leerlauf gehörige Schlupf kann aus der Gleichung

$$k^2 = \frac{R_{(\sigma)}}{R_{(2-\sigma)}}$$

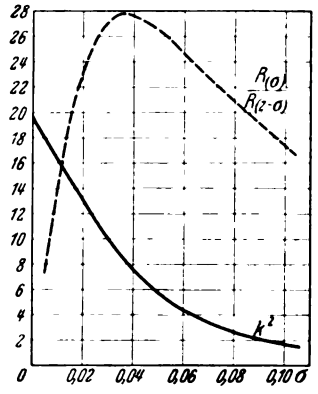


Abb. 9. Schlupfbestimmung im Leerlauf

bestimmt werden, da ja k das Verhältnis der Amplituden der beiden Drehfelder darstellt und Gleichheit der entwickelten Drehmomente gefordert wird.

[12] R_σ ist identisch mit R_f in der Gleichung von Morrill.

In Abb. 9 sind für den früher benutzten Motor das Verhältnis k^2 und $\frac{R_{(\sigma)}}{R_{(2-\sigma)}}$ in Abhängigkeit vom Schlupfe aufgetragen, u. zw. für die Kapazität, die für die Geraden D und D' (Abb. 3) maßgebend ist. Man erhält einen Schlupf von 1,2 %. Bei Motoren mit größerem relativen Rotorwiderstand wird der Schlupf größer. In den Kurven D und D' sind die zu $\sigma = 1{,}2$ % gehörenden Werte eingetragen.

Wenn wir die Statorkupferverluste V_{c1} und die Rotorkupferverluste V_{c2} des symmetrischen Zweiphasenmotors als bekannt voraussetzen, so sind die Kupferverluste des Kondensatormotors bei $\sigma = 0$:

$$(h^2 + h'^2)V_{c1} + (g\,h')^2 V_{c2},$$

wobei g berücksichtigt, daß bei gegebenem Primärstrom der Sekundärstrom bei Vollast kleiner ist als im Kurzschluß.

Diese Verluste würden bei den den Geraden D und D' zugrunde gelegten Annahmen ganz außergewöhnlich große Werte ergeben, aber selbst wenn unter dem Einfluß der Sättigung die Werte geringer werden, so verbleiben doch so viel, daß es als eine große Gefahr für den Motor angesehen werden muß, wenn beispielsweise eine nur für den Anlauf bestimmte relativ große Kapazität für den leerlaufenden Motor verbleibt. Selbst die für Vollast bestimmte Kapazität verursacht im leerlaufenden Motor im allgemeinen Verluste von gleicher Größenordnung wie die bei Vollast.

Das Stromdiagramm über den gesamten Drehzahlbereich.

Bisher haben wir nur den Bereich $0 \leq \sigma \leq 1$ behandelt, der vorläufig das Hauptinteresse beansprucht. Wie verhält sich nun der Motor bei anderen Drehzahlen? Führen wir, wie schon im vorigen Abschnitt angedeutet, $Z = \frac{m_1 + \sigma m_2}{1+\sigma m_2}$ ein, so ist $Z_0 = \frac{m_1 + (2-\sigma)m_2}{1+(2-\sigma)m_2}$, und nach Einführung dieser beiden Werte in die Gl. (17) und (18) erkennen wir, daß Zähler und Nenner in bezug auf σ vom 2. Grade sind, daß also der geometrische Ort für I_1 und I_2 eine bizirkulare Quartik[13] ist. Wir können diese Kurve mit genügender Genauigkeit aus Kreisbogen zusammensetzen, denn innerhalb bestimmter Drehbereiche bleibt entweder Z_0 oder Z praktisch konstant. Innerhalb des Schlupfbereiches $0 \leq \sigma \leq 1$ veränderte sich ja Z_0 nur zwischen den Werten OA und OC (Abb. 4). Indem wir

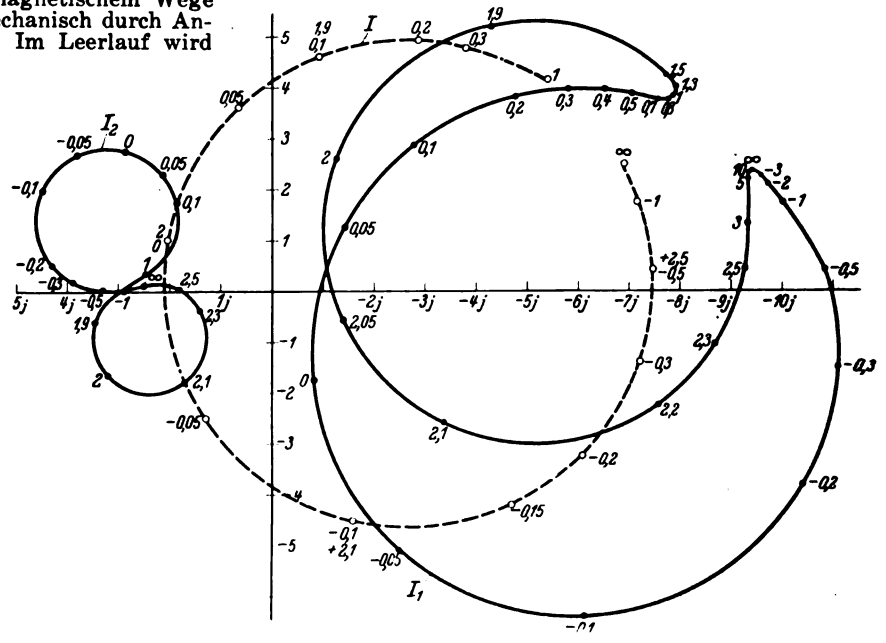


Abb. 10. Ströme in der Haupt- und Hilfsphase und im Netz in Abhängigkeit vom gesamten Drehzahlbereich.

nun die 3 Punkte für $\sigma = 0$, $\sigma = 0{,}1$ (beispielsweise) und $\sigma = 1$ genau bestimmen und durch diese 3 Punkte einen

[13] Über bizirkulare Quartik siehe Bloch, Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik, Verlag Rascher & Co., Zürich.

Digitized by Google

Kreisbogen legen, wird eine sehr große Annäherung an den wirklichen Verlauf der bizirkularen Quartik erreicht. Insgesamt kann nun die gesamte Kurve aus 4 solchen Kreisbogen zusammengesetzt werden, die den folgenden Schlupfbereichen entsprechen:

1. $0 \leq \sigma \leq 1$ Z veränderlich, Z_0 praktisch konstant (Gebiet AC, Abb. 4);
2. $0 \geqq \sigma \geqq -\infty$ Z veränderlich, Z_0 praktisch konstant (Gebiet CB);
3. $1 \leq \sigma \leq 2$ Z praktisch konstant, Z_0 veränderlich (Gebiet AC);
4. $2 \leq \sigma \leqq \infty$ Z praktisch konstant, Z_0 veränderlich (Gebiet CB).

Abb. 10 zeigt die auf diese Weise gefundenen Kurven für I_1, I_2 und I. Für I_1 ist der Übergang der Kreisbogen in den Punkten $\sigma = 1$ und $\sigma = \infty$ noch besonders durch punktweise Berechnungen studiert worden. Die Abweichungen vom Kreisbogen erklären sich dadurch, daß in der Nähe dieser Punkte sowohl Z wie Z_0 in gleichem Verhältnis veränderlich sind.

Aus den Gl. (17) ··· (19) lassen sich noch einige interessante Gesetze ableiten, die zur Kontrolle der aufgezeichneten Kurven dienen können.

Aus der Formel

$$I = \frac{(Z + Z_0)(c^2 + 1) + 2 Z_k}{(Z + Z_0) Z_k + 2 c^2 Z Z_0}$$

erkennen wir, daß der Netzstrom bei Vertauschung von Z_0 und Z seinen Wert nicht ändert. Wenn wir nun die konjugierten [zu $(2 - \sigma)$ gehörigen] Werte von I_1, I_2 und I mit I_1', I_2' und I' bezeichnen, so folgt aus obiger Formel das Gesetz:

$$I = I'.$$

Führen wir in der obigen Formel $Z = \frac{a_1 + \lambda a_2}{1 + \lambda a_3}$ ein, wo $\lambda = \frac{n}{n_0}$, so wird $Z_0 = \frac{a_1 - \lambda a_2}{1 + \lambda a_3}$ und I enthält im Zähler und Nenner nur λ^2 als Parameter. Die Kurve für I ist also mathematisch genau ein Kreisbogen — genau wie beim normalen Einphasen-Induktionsmotor. Es genügt also, für 3 Punkte den Netzstrom zu berechnen, um das genaue Diagramm für den vollständigen Drehzahlbereich zu erhalten. Auch der Schlupf läßt sich für die übrigen Punkte des Kreises leicht bestimmen, denn der Kreis läßt sich in der Form $\frac{b_1 + \lambda^2 b_2}{1 + \lambda^2 b_3}$ darstellen, wobei $b_1 = I_{(\lambda = 0)}$, $\frac{b_2}{b_3} = I_{(\lambda = \infty)}$ und $\frac{b_1 + b_2}{1 + b_3} = I_{(\lambda = 1)}$. Die beim normalen Heylandkreis zur Bestimmung von λ führenden Konstruktionen führen hier zur Bestimmung von λ^2.

Offenbar tritt die Kreisform des Netzstromdiagrammes auf ganz unabhängig davon, welche Impedanzen in den Hilfskreis eingeschaltet werden.

Eine zweite Kontrolle ergibt sich aus der Formel

$$\frac{I_2}{I_2'} = \frac{Z(1 - j c) + Z_0(1 + j c)}{Z(1 + j c) + Z_0(1 - j c)} = \frac{Z \cdot \frac{1 - j c}{1 + j c} + Z_0}{Z + Z_0 \cdot \frac{1 - j c}{1 + j c}}$$

und beispielsweise für $c = 1$

$$\frac{I_2}{I_2'} = \frac{-j Z + Z_0}{Z - j Z_0}.$$

Der Winkel, den I_2 mit dem konjugierten Werte I_2' bildet, und das Verhältnis der absoluten Werte werden von der Größe der Kapazität nicht beeinflußt.

Zum Schlusse möchte ich meinen Assistenten Dr. Bußmann und Hanko meinen besten Dank für ihre Hilfe beim Ausrechnen der Kurven aussprechen.

Unterlager für Elektrizitätszähler und Lagerprüfeinrichtung.

Von **Paul May**, Berlin.

Übersicht. Es werden neue Wege gezeigt, welche gestatten, die Zunahme der Reibung bei den Lagern und Zählwerken genau zu messen.

Von allen Bestandteilen eines Elektrizitätszählers sind die Lagerungen des Ankers oder Rotors in höchstem Maße für einwandfreien Betrieb von Bedeutung. Es ist allen Fachleuten bekannt, daß mindestens 90 % aller Fehler und Abweichungen auf mangelhafte Lagerungen zurückzuführen sind.

Auf das Oberlager wirken nur geringe seitliche Zug- oder Druckkräfte, denn bei den neueren gut durchkonstruierten Zählern liegt der Schwerpunkt des Ankers stets so tief, daß das Oberlager eigentlich nur die genaue lotrechte Stellung der Ankerachse zu wahren hat. Abnutzung und Schäden sind deshalb am Oberlager äußerst selten zu beobachten, weshalb an dieser Stelle auf das Oberlager nicht näher eingegangen werden soll.

Dagegen wird das Unterlager stets mit dem vollen Gewicht des Ankers beansprucht, Erschütterungen, Stöße usw. übertragen sich besonders auf dieses Lager; Schäden und während des Betriebes entstandene Abnutzung machen sich in den Zählerangaben meist sehr stark bemerkbar. Man hat deshalb dem Unterlager mit Recht von jeher besondere Aufmerksamkeit zugewandt[1].

In erster Linie ist die Härte und Ausführung der in den Unterlagern zur Verwendung kommenden Steine für die Güte und Betriebsicherheit des Unterlagers maßgebend. Amerikanische Zählerfabriken haben vereinzelt Diamanten als Lagersteine angewandt. Bei den hohen Ankergewichten älterer Zähler hatten derartige Diamantlager vielleicht eine gewisse Berechtigung. Der hohe Preis, welcher 10 ··· 15 RM für einen Lagerdiamanten beträgt, schließt aber ihre Anwendung bei den neueren Zählern vollkommen aus. Die Betriebsprüfungen an einer großen Zahl im Gebrauch befindlicher Zähler haben ergeben, daß die heute allgemein als Lagersteine verwendeten Saphire den gestellten Anforderungen bezüglich ihrer Härte voll entsprechen. Als Material für die Lagersteine wird vielfach synthetisch hergestellter Saphir verwendet, doch beharren einige bedeutende, besonders englische und amerikanische Zählerfabriken auf der Verwendung von echtem Saphir mit der Begründung, daß dieser eine längere Laufzeit aushalte.

In zweiter Linie kommen die auf den Steinen laufenden Spurzapfen für die Güte der Unterlager zur Geltung. Ob hierbei eine lose Stahlkugel oder ein mit dem Anker fest verbundener Stahlzapfen vorgesehen ist, hat lediglich für spätere Instandsetzungen von gebrauchten Zählern einige Bedeutung. Betriebsmäßig hatten beide Ausführungsarten gleiche Ergebnisse, sofern die Härte des Stahles genügend und die Anfangspolitur gut war. Bei neueren Zählern hat man die Spurzapfen verchromt, wodurch Rostbildung beseitigt und die Abnutzung während des Betriebes verringert werden soll. Neuzeitliche Unterlager sind fast sämtlich derart ausgeführt, daß mit dem in einer besonderen Kammer angeordneten Lagerstein auch der Spurzapfen als Kugel oder loser Zapfen schnell ausgewechselt werden kann.

Das Verhalten der Unterlager während des Betriebes ist abhängig von dem Gewicht des Ankers oder von der mehr oder weniger sorgfältigen Ausführung der einzelnen Teile des Lagers. Die Drehzahl des Ankers spielt eine geringere Rolle dabei, denn sie liegt bei allen Zählern verhältnismäßig niedrig. Auch das Ankergewicht ist heute soweit verringert worden, daß besonders bei Wechselstromzählern die Gewichtsbelastung des Unterlagers nur noch 15 ··· 20 g beträgt. Dessen ungeachtet haben sich an verschiedenen Unterlagern Abnutzungen im Be-

[1] Besonders über die Unterlager von Zählern berichteten u. a. folgende ETZ-Arbeiten: ETZ 1926, S. 167; 1927, S. 203; 1929, S. 96.

Digitized by Google

trieb gezeigt, welche meist ohne direkt erkennbare Ursache und sogar an gering beanspruchten Zählern aufgetreten sind. Man hat als Ursache öfter Erschütterungen angenommen, doch widersprechen dem die Erfahrungen mit den in Straßenbahn-Fahrzeugen angebrachten Zählern. Die Unterlager solcher Zähler zeigten trotz der dauernden und starken stoßweisen Erschütterungen keine nennenswerten Beschädigungen. Die Ansicht mancher Fachleute, daß Betriebsabnutzungen der Unterlager nur auf eingedrungene Fremdkörper, Staub oder Späne zurückzuführen seien, erscheint bei dem guten, fast luftdichten Verschluß der Zählergehäuse und der an die Spurzapfen eng anschließenden Lagerkammern zweifelhaft. Da ferner die Kontrolle der Steine und Spurzapfen sowohl während der Herstellung als auch vor der Verwendung der Lager meist sehr scharf ist, bleibt auch die Annahme von Herstellungsfehlern sehr unsicher. Vielleicht bestehen Unterschiede in den Härtegraden der Lagerstoffe, die an sich gering sind, aber in den langen Betriebszeiten mancher Zähler doch in Erscheinung treten können. Als mögliche Ursache wurde auch das Vorhandensein von harten Einschlüssen im Stahl der Spurzapfen berücksichtigt. Unterlager, bei denen sowohl die Lagerpfanne als auch der Spurzapfen aus Steinen hergestellt waren, zeigten jedoch Abnutzungserscheinungen gleicher Art wie Lager mit Stahl-Spurzapfen.

Um genauere Anhaltspunkte für die Reibungsverhältnisse in den Unterlagern zu erhalten, hat man Auslaufmessungen an Zählern mit verschiedenen Betriebszeiten ausgeführt. Diese Messungen sind aber insofern nicht ganz einwandfrei, als hierbei der Bremsmagnet aus dem Zähler entfernt werden muß, um genügend lange Auslaufzeiten zu erhalten. Dadurch ändert sich die Drehzahl des Ankers, und die Reibungsverhältnisse entsprechen nicht mehr den betriebsmäßigen Bedingungen. Bessere Einblicke in die Vorgänge der Lagerabnutzung erhält man durch die nachfolgend beschriebene Lagerprüfeinrichtung, mit der sich die verschiedenen Messungen leicht und bequem ausführen lassen.

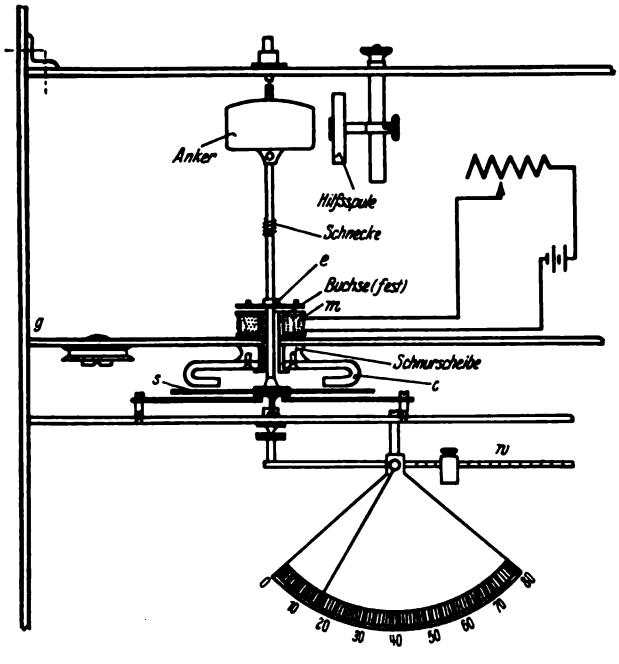


Abb. 1. Schema der Lagerprüfeinrichtung.

In einem Gestell (*g* in Abb. 1) sind mehrere Anker gelagert, die auf ihrer Achse außer der Bremsscheibe *s* noch eine Eisenscheibe *e* tragen. Die Spule *m* umgibt die Achse, den Anker, und zieht bei Strombelastung die Eisenscheibe *e* an, so daß je nach der Stärke des die Spule *m* durchfließenden Stromes ein mehr oder weniger starker Druck auf das Unterlager ausgeübt werden kann. Eine Hilfspule ermöglicht den bei Gleichstromzählern auftretenden Seitenzug einzustellen. Um die Bürstenreibung auszuschließen, enthält der Anker nur einen Eisenkörper und erhält seinen Antrieb entweder durch einen Ferarismotor, oder alle Anker werden mittels Schnurscheibe von einem besonderen Elektromotor angetrieben. In letzterem Falle erfolgt der Antrieb nicht direkt, sondern durch einen umlaufenden Magnet *c*, welcher die Bremsscheibe durch die in derselben induzierten Wirbelströme mitnimmt und dadurch die Anker in Drehung versetzt. Vor Beginn der Prüfung wird der auf das Unterlager ausgeübte Druck mittels der Hebelwaage *w* gemessen und durch Regeln des Stromes in der Spule *m* auf einen bestimmten Wert eingestellt. Die Waage kann sodann entfernt und das Unterlager durch eine Blattfeder festgestellt werden. Nach einer gewissen Laufzeit, welche durch ein Zählwerk gemessen werden kann, wird dann die Meßeinrichtung (Abb. 2) so mit dem Gestell *g* verbunden, daß der mit einer feinen Eisenspitze versehene Zeiger auf der Eisenscheibe *e* aufliegt, während der in einem Schlitten bewegliche Prüfmagnet *p* vor dem Zeiger steht. Der Anker wird nun zunächst so eingestellt, daß der Zeiger auf eine Nullmarke einspielt. Wird nun der Prüfmagnet *p* dem Zeiger langsam genähert, so kann an dem Transversalmaßstab *t* der Wert abgelesen werden, bei welchem der Prüfmagnet *p* den Zeiger und somit den Anker in Bewegung versetzt. Hat man für den Zug des Prüfmagneten *p* zuvor die Zugkraft (in gcm) ermittelt, so kann am Maßstab *t* unmittelbar die Kraft in gcm abgelesen werden, welche erforderlich ist, um den Anker bei den jeweiligen Reibungsverhältnissen und der Druckbelastung des Unterlagers aus der Ruhelage in Anlaufzustand zu bringen. Je nach den Laufzeiten und der während derselben etwa eingetretenen Lagerabnutzung ergeben sich im Vergleich zu den beim Anfang der Prüfung ermittelten Reibungsbeträgen verschiedene Werte, welche sowohl für die Güte der Lagersteine im Anfangszustand als auch für den Abnutzungsfaktor der einzelnen Lager ein sehr strenges Kriterium bilden. (Die gleichen Prüfungen lassen sich auch für die Zählerwerke verwenden.)

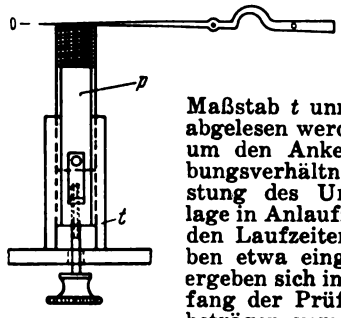


Abb. 2. Meßeinrichtung.

Um für die ersten Versuchsreihen einwandfreie Lager zur Verfügung zu haben, wurden Saphirsteine der Firma Moser & Co. in Biel (Schweiz) verwendet, welche die günstigsten Werte im Anfangszustand ergaben und zufolge ihrer erstklassigen Politur auch bei längeren Betriebszeiten nur unwesentliche Änderungen in ihren Reibungsverhältnissen zeigten. Die aufgenommenen Versuchsreihen mit den verschiedenen Lagersteinen ließen erkennen, daß sich diejenigen Unterlager auch bei verstärkter Gewichtsbelastung am besten hielten, deren Anfangspolitur vollkommen einwandfrei war. Lagersteine dagegen, welche zwar unter dem Mikroskop fehlerfrei erschienen, bei der Anfangsprüfung aber schon hohe Anlaufkräfte erforderten, fielen im Betriebe schon nach kurzen Laufzeiten durch eine erhöhte Reibungszunahme auf.

Zur Prüfung der Spurzapfen auf richtige Kugelform wurde eine Projektionslampe angewandt, welche von dem Zapfen oder von der auf einer magnetisierten Stahlspitze ruhenden Kugel ein stark vergrößertes Bild auf einem Projektionsschirm entwarf. Die Vergrößerung konnte dabei auf 1 : 1000 gebracht werden, wobei sich geringste Abweichungen von der Kugelform bei Drehung der Stahlspitze leicht erkennen ließen.

Bekannt ist, daß die Ölfüllung der Unterlager eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Erhaltung derselben in gutem, betriebsfähigem Zustande spielt[2]. Über die Prüfung verschiedener Öle und ihr Verhalten im Betriebe werde ich später berichten.

[2] Vgl. ETZ 1927, S. 203.

Digitized by Google

Die Elektrizitätswirtschaft Bulgariens im Jahre 1931.

Von Dipl.-Ing. A. Dikoff, Inspektor d. Elektrisierungs-Abteil. d. Ministeriums f. öffentl. Bauten, Sofia.

Übersicht. Als Grundlage für die Beurteilung der bulgarischen Elektrowirtschaft werden vorerst Zahlen über Bevölkerung, Energiequellen usw. mitgeteilt. Der Hauptteil des Aufsatzes berichtet in Zahlentafeln und bildlichen Darstellungen über Entwicklung und derzeitigen Stand der Elektrisierung und über die zugehörigen Kapitalfragen. Zum Schluß wird die Elektrogesetzgebung gestreift.

A. Allgemeine Angaben über Bulgarien.

1. Bodenfläche.

Unbearbeitbar	64 669 km²	= 62,8 %
Nutzbar	38 477 „	= 37,2 „
Zusammen	103 146 km²	

2. Bevölkerung.

Bauern	4 572 050 = 77,7 %	in 5652 Dörfern
Bürger	1 331 075 = 22,3 „	in 98 Städten
Zusammen	5 903 125 Einwohner	

3. Familien und Wohnbauten.

Bauernfamilien	288 082 bewohnen	216 082 Bauten
Bürgerfamilien	812 440 „	812 660 „

Zusammen: 1 100 522 Fam. bewohnen 1 028 742 Bauten einschließlich aller Bauten für öffentliche Zwecke.

4. Industrie. Ende 1931 waren in Betrieb 10 560 Industrieunternehmungen mit installierten Antriebs-PS wie folgt:

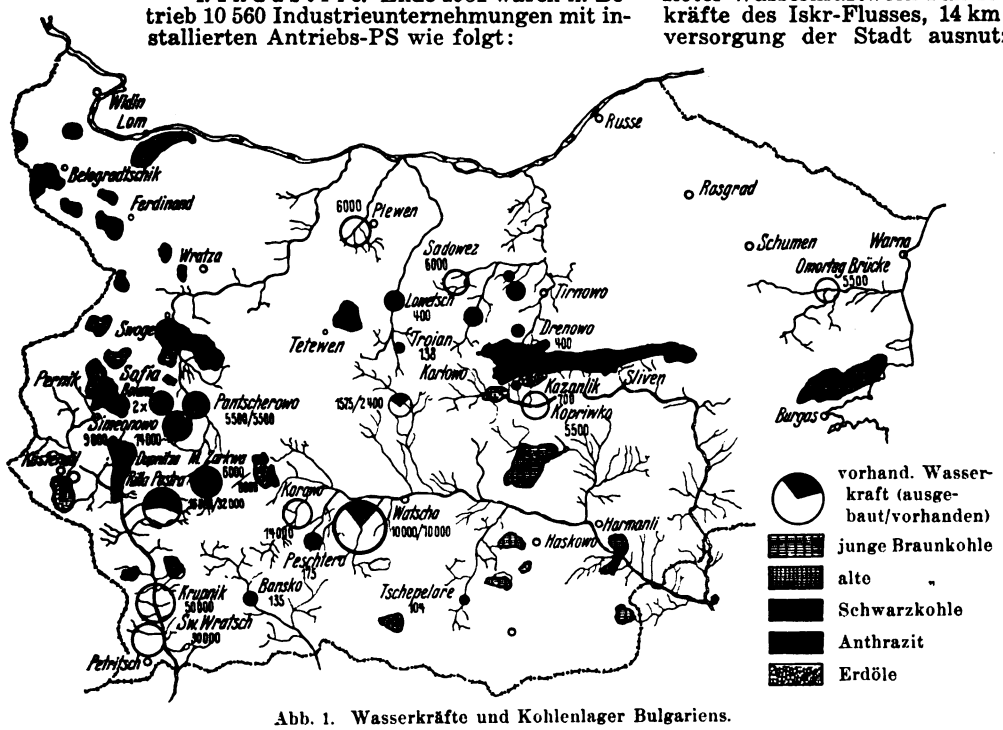


Abb. 1. Wasserkräfte und Kohlenlager Bulgariens.

Dieselmotoren	3 046	Unternehm. mit	81 535 PS	= 40,8%
Elektromotoren	2 891	„ „	54 564 „	= 27,3%
Dampfmaschinen	516	„ „	33 490 „	= 16,8%
Wasserturbinen	2 338	„ „	31 257 „	= 15,1%
ohne mechan. Antrieb	1 769	„	—	—

Zusammen 10 560 Unternehm. mit 200 846 PS,

von welchen nur 27,3 % bereits auf elektrischen Antrieb eingestellt sind.

5. Natürliche Energiequellen. Als solche kommen für Stromerzeugung hauptsächlich Steinkohlen und Wasserkräfte in Betracht. In Abb. 1 sind die erforschten Kohlenlager und Wasserkräfte in die Landkarte Bulgariens eingetragen.

Die Kohlenvorkommen umfassen folgende Lager:

Junge Braunkohle	1 808 000 000 t	mit	2200 ··· 3800 kcal/kg
alte Braunkohle	1 857 700 000 „	„	3800 ··· 5000 „
Schwarzkohle	124 550 000 „	„	5000 ··· 6500 „
Anthrazit	15 000 000 „	„	6500 ··· 7200 „
Zusammen	3 805 250 000 t.		

Bei einem jährlichen Verbrauch von 1 500 000 t würde die angegebene Menge für einen Zeitraum von 2500 Jahren ausreichen.

Die nutzbaren Wasserkräfte sind in der Karte durch Kreise angedeutet; der jeweils ausgebaute Teil der vorhandenen Energie wird durch den schraffierten Sektor bezeichnet. Demnach sind bis Ende 1931

ausgebaut	32 013 PS	= 10,6 %
im Bau befindlich	24 000 „	= 8,1 %
unausgebaut	240 750 „	= 81,3 %
Zusammen	296 763 PS.	

6. Eisenbahnen. Das normalspurige Eisenbahnnetz hat eine Länge von 2 437 875 m mit folgenden Steigungen:

678 167 m	mit Steigung	0 ‰
679 549 „	„ „	0 ··· 5 ‰
428 065 „	„ „	5 ··· 10 ‰
306 440 „	„ „	10 ··· 15 ‰
225 475 „	„ „	15 ··· 20 ‰
120 184 „	„ „	20 ··· 25 ‰
Zusammen 2 437 880 m.		

Während des Jahres sind 10 247 429 Zug-km von 445 Lokomotiven geleistet worden mit einem Kohlenverbrauch von 461 282 t (Kohle mit 4000 kcal/kg).

B. Entwicklung der Elektrisierung Bulgariens[1].

Die erste Stromerzeugungsanlage Bulgariens ist im Jahre 1900 in Betrieb gesetzt worden. Es ist dies das Sofioter Wasserkraftwerk Pantscherevo, welches die Wasserkräfte des Iskr-Flusses, 14 km von Sofia, zwecks Stromversorgung der Stadt ausnutzt. Das Werk hatte eine ursprüngliche Leistung von 2000 PS. Zwei Jahre später wurde zur Erweiterung von derselben Gesellschaft ein Dampfkraftwerk mit 1000 PS in der Stadt in Betrieb gesetzt. Es folgten dann Stromerzeugungsanlagen in den übrigen Großstädten des Landes. Die bis 1925 errichteten Werke hatten ausschließlich örtliche Bedeutung, nur wenige von ihnen arbeiteten tagsüber und konnten mit Erfolg für motorischen Antrieb benutzt werden.

Der erste Gedanke zur Errichtung eines Überland-Kraftwerkes tauchte erst nach dem Kriege im Jahre 1920 auf. In diesem Jahre gründete sich die Kooperative „Watscha“ bei Philippopel zwecks Ausnutzung der Wasserkräfte des Watscha-Flusses, deren Leistung auf rd. 70 000 PS geschätzt wurde. Infolge von Geländeschwierigkeiten haben sich die Errichtungsarbeiten stark verzögert und die erste Stufe von 10 000 PS wird voraussichtlich Anfang 1933 in Betrieb kommen. Die gleiche Kooperative errichtete das 6400 PS-Spitzen-Dampfkraftwerk bei Philippopel, das 1927 in Betrieb kam. Es folgten die Überlandwerke:

1925	Rila und Pastra—Granitoid AG., Wasserwerke mit	16 800 PS
1927	Pernik — Staatl. Kohlengruben, Dampfwerk mit	11 000 „
1927	Chodjamar — Adree AG., Dampfwerk mit	3 750 „
1927	Kurillo — Sofioter AG., Dampfwerk mit	25 500 „
1929	Rakowski — Wulkan AG., Dampfwerk mit	4 000 „

Die Stromversorgung gestaltete sich in den letzten Jahren wie folgt:

Installierte Stromerzeugungs-PS.

Jahr	Wasser	Dampf	Diesel	zusammen
1928	17 543	20 430	4 711	42 684
1929	26 483	38 205	6 648	71 336
1930	27 886	37 769	8 215	73 841

[1] Vgl. S. Owtscharoff, ETZ 1929, S. 1695.

Digitized by Google

Jährliche Stromerzeugung in kWh.

Jahr	Dampf	Wasser	Diesel	zusammen
1928	22 924 000	35 003 475	7 358 937	65 286 412
1929	26 123 316	48 700 091	9 677 427	84 500 834
1930	19 842 005	63 492 887	11 139 840	94 474 732

Jährlicher Stromabsatz in kWh.

Jahr	Kraft	Licht		Straßenbahn	Verluste und Eigenverbrauch
		Haus	Straßen		
1928	28 400 000	22 700 000		3 700 000	10 486 412
1929	42 611 000	22 379 000		5 279 000	14 231 834
1930	51 500 000	18 300 000	6 500 000	5 750 000	12 474 732

Die Entwicklung der Stromversorgung Bulgariens einschließlich 1931 ist in Abb. 2 dargestellt.

C. Die Stromwirtschaft Bulgariens Ende 1931.

I. Anlagen.

1. Stromerzeugungsanlagen. — Ende 1931 waren insgesamt 96 Stromerzeugungsanlagen in Betrieb, die zu 90 Unternehmungen mit insgesamt 97 830 PS installierter Leistung gehören, gemessen an der Antriebswelle. Sämtliche Erzeugungsanlagen können nach ihrem Einflußbereich in drei Gruppen zusammengefaßt werden:

Blockanlagen zur Versorgung gewisser Teile eines Wohnortes,
Ortsanlagen zur Versorgung ganzer Wohnorte und der nahen Nachbarschaft,
Überlandanlagen zur Versorgung ganzer Landesgebiete.

Demnach gruppieren sich die sämtlichen Anlagen wie folgt:

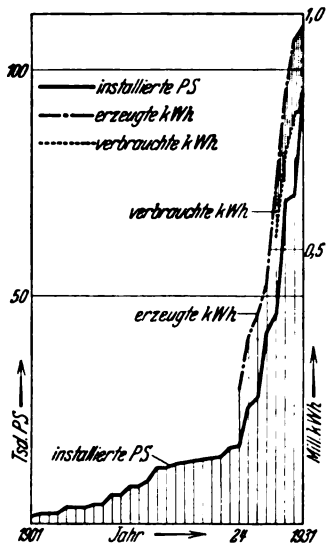


Abb. 2. Entwicklung der Elektrisierung Bulgariens.

Erweiterung des Sofioter Gemeindekraftwerks Simeonowo mit 2 · 4000 PS (Wasserturbinen).

Das größte Dampfkraftwerk gehört der Sofioter AG. mit 25 500 PS.

Das größte Wasserkraftwerk gehört der Granitoid AG. mit 9000 PS.

Das größte Dieselkraftwerk gehört der Gemeinde Warna mit 1710 PS.

Ein Bild von der Stromversorgung Bulgariens gibt Abb. 4.

2. Fernleitungen. — Mit wenigen Ausnahmen wird Drehstrom von 50 Hz erzeugt und mit den üblichen Übertragungspannungen 3, 6, 15, 35 und 60 kV zu den Verbrauchsorten geleitet. Nach der Zugehörigkeit und Spannung gruppieren sich die bestehenden Fernleitungslängen in km wie folgt:

Übertr.-Spannung in kV	3	6	15	35	60	zusammen	%
Aktien-Ges.	—	40,265	342,782	74,350	99,760	557,157	45,0
Gemeinden	—	59,590	13,70	—	—	73,290	5,95
Kooperativen	3,8	20,259	13,880	3	—	40,939	3,3
Wasser-Syndik.	—	65,376	342,718	—	—	408,094	33,0
Populär-Banken	—	60,810	—	—	—	60,810	4,9
privat	2	25,800	—	—	—	27,800	2,25
staatlich	—	24,518	45,781	—	—	70,299	5,6
Zusammen	5,8	296,618	758,861	77,350	99,760	1 238,389	100

3. Verteilungsnetze und Transformatoren. — Die Stromverteilung an die Verbraucher geschieht mit den üblichen Verteilspannungen, primärseitig 3, 6 und 15 kV und unterspannungseitig mit 121/210 und weitaus überwiegend mit 220/380 V. Bis Ende 1931 waren insgesamt in Betrieb

a) Transformatorenstationen.

Unternehmung	Zahl der Untern.	Zahl der Trafos	install. kVA	%
Aktien-Ges.	15	411	100 081	82,5
Gemeinden	18	118	8 377	6,9
Kooperativen	11	36	2 455	2,02
Wasser-Synd.	6	133	3 420	2,82
Populär-Banken	14	34	2 595	2,3
privat	13	8	650	0,54
staatlich	2	36	3 575	2,92
Zusammen	79	776	121 153	100

u. zw. einschließlich aller Haupt- und Unterwerke. Die größte Transformatorenstation gehört der Granitoid AG.: sie befindet sich bei Sofia und leistet 8000 kVA bei 60/35/15 kV.

Antrieb	Blockanlagen Zahl Untern.	Zahl Werke	inst. PS	Ortsanlagen Zahl Untern.	Zahl Werke	inst. PS	Überlandanlagen Zahl Untern.	Zahl Werke	inst. PS
Wasser	11	11	1 125	12	16	14 088	1	2	16 800
Dampf	2	2	230	1	1	50	5	6	51 720
Diesel	34	34	1 967	24	24	11 850	—	—	—
Zusammen	47	47	3 322	37	41	25 988	6	8	68 520

oder

Antrieb	Zahl Untern.	Zahl Werke	Masch.-Sätze	installl. PS	%
Wasser	24	29	52	32 013	33
Dampf	8	9	17	52 000	53,5
Diesel	58	58	93	13 817	14,5
Zusammen	90	96	162	97 830	

und nach der Art der Unternehmung (Abb. 3):

Unternehmung Art	Zahl Untern.	Zahl Werke	Masch.-Sätze	installl. PS	%
Aktien-Ges.	19	22	41	59 255	60,5
Gemeinden	12	13	27	11 030	11,5
Kooperativen	11	11	17	1 927	1,95
Wasser-Syndik.	6	7	16	9 579	9,85
Populär-Bank	13	13	16	2 895	3
privat	24	25	38	1 898	1,95
staatlich	5	5	7	11 246	11,25
Zusammen	90	96	162	97 830	100

Der Vollständigkeit wegen können noch die Anlagen für Selbstversorgung der verschiedenen Industrieunternehmen mit insgesamt 15 031 installl. PS zugefügt werden, so daß die insgesamt im Lande installierten Stromerzeugungs-PS 112 861 PS betragen. In naher Zukunft steht die Inbetriebsetzung der 2 · 5000 PS-Anlage des Wassersyndikats „Watscha" bevor sowie einer 1000 PS-Dieselgruppe in Kasanlik der „Pobeda" AG. Vor kurzem sind in Auftrag gegeben worden die Errichtung des 2 · 3000 PS-Wasserwerkes der Gemeinde Sofia bei Samokow und die

b) Verteilungsnetze.

Unternehmung	Netze	Erdkabel Hochsp. km	Erdkabel Niedersp. km	Freileit. Niedersp. km	zusammen km	%
Aktien-Ges.	39	93,2	112,07	424,6	629,87	26,7
Gemeinden	47	47,12	116	737,26	900,38	37,9
Kooperativen	13	5,85	—	165,25	171,1	6,82
Wasser-Synd.	58	3,63	—	260,4	273,03	11,2
Populär-Bank.	13	13,07	—	294,38	307,45	12,8
privat	24	—	—	93,2	93,2	3,88
staatlich	2	38,84	—	4,5	43,34	2
Zusammen	196	201,71	228,07	1 988,59	2 418,37	100

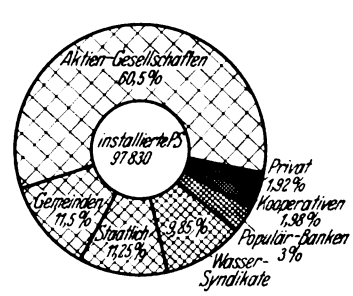


Abb. 3. Stromerzeugungs-Anlagen, geordnet nach Art des Unternehmens (Stand Ende 1931).

Von allen 98 Städten sind 76 = 78 % mit einer Einwohnerzahl von 1 250 350 = 94 % der ganzen städtischen Bevölkerung elektrisiert und von allen 5652 Dörfern sind 120 = 2,12 % mit 235 136 Einwohnern = 5,15 % aller Bauern mit Strom versorgt, insgesamt also 24,8 % der ganzen Bevölkerung.

4. Stromverbrauchende Anlagen. — Ende 1931 waren Stromverbraucher für 130 325,3 kW vorhanden:

Digitized by Google

Elektromotoren	40 200	kW
Straßenbeleucht.	2 683,9	„
Hausbeleucht. .	73 876,4	„
Eigenanlagen .	11 965	„
Straßenbahn. .	2 500	„
Zusammen	130 325,3	kW.

II. Stromerzeugung und -absatz.

1. Erzeugung. — Die Gesamtstromerzeugung des Jahres 1931 betrug:

Dampfkraftwerke. .	26 383 600	kWh	= 22 %
Wasserkraftwerke .	59 105 200	„	= 49,5%
Dieselkraftwerke . .	13 930 200	„	= 11,7%
Eigenanlagen . . .	19 915 710	„	= 16,7%
Zusammen	119 334 710	kWh	

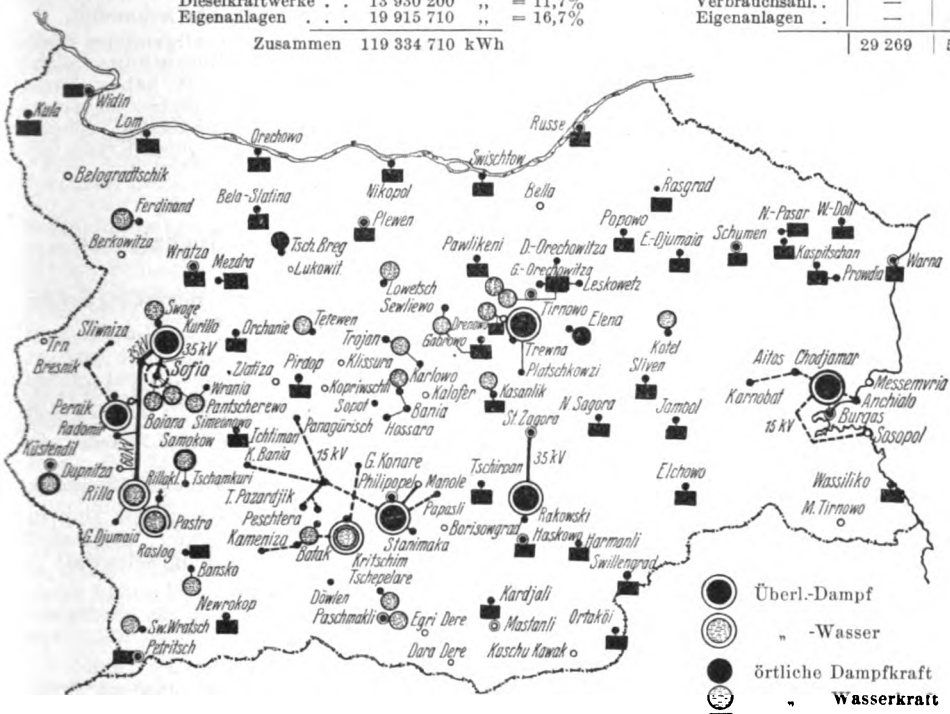


Abb. 4. Stromerzeugungs- und Fernleitungsanlagen in Bulgarien Ende 1931.

Art der Unternehmung	in 1000 RM = 33 300 Leva					
	Stromerzeugungsanlagen	Fernleitungen	Trafostationen	Verteilungsnetze	Straßenbahn	zusammen
Aktien-Ges. . .	17 020	3 562	1 330	1 000	—	22 912
Gemeinden . .	3 365	143,2	494	2 600	9 600	16 202,2
Kooperativen .	814	81	142	438	—	1 475
Wasser-Synd. .	3 340	1 341	416	512	—	5 609
Popul.-Bank. .	1 415	76,5	101	622	—	2 214,5
privat	860	58,7	18,5	140	—	1 077,2
staatlich. . . .	2 455	332	118,4	89	—	5 401
Verbrauchsanl. .	—	—	—	—	—	41 700
Eigenanlagen .	—	—	—	—	—	1 810
	29 269	5 594,4	2 619,9	5 401	9 600	95 994,3

(ohne Wasserkraftwerk Watscha, rd. 6 350 000 RM).

2. Jährliche Bruttoeinnahmen. — Während 1931 sind durch Verkauf des erzeug-

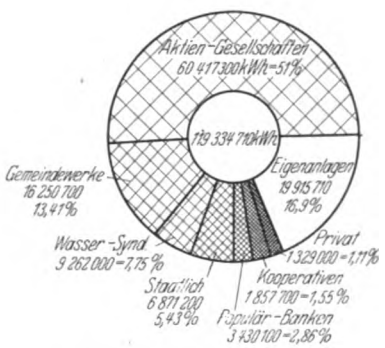


Abb. 5. Gesamtstromerzeugung Bulgariens im Jahre 1931.

oder verteilt auf die verschiedenen Unternehmungen (Abb. 5):

Aktien-Ges.	60 418 300	kWh	= 51 %
Gemeinden	16 250 700	„	= 13,41%
Kooperativen . . .	1 857 700	„	= 1,53%
Wasser-Syndikate .	9 262 000	„	= 7,75%
Populär-Banken . .	3 430 100	„	= 2,86%
privat	1 329 000	„	= 1,11%
staatlich.	6 871 200	„	= 5,43%
Eigenanlagen . . .	19 915 710	„	= 16,9 %
Zusammen	119 334 710	kWh.	

was je Kopf und Jahr 20,1 kWh ergibt. In Abb. 6 ist zum Vergleich die jährliche Stromerzeugung je Kopf der verschiedenen europäischen Länder für die letzten Jahre angegeben.

2. Stromabsatz.

	kWh	% *	kWh/elektr. Kopf
Antriebskraft	42 133 500	41,5	28,3
Straßenbeleuchtung .	7 602 100	7,3	5,12
Hausbeleuchtung . .	22 021 100	21,9	14,9
Eigenverbrauch . . .	3 474 700	3,35	2,35
Straßenbahn	6 758 000	6,5	—
Eigenanlagen	19 915 710	19,45	13,4
Zusammen	101 907 110	100	Mittel 68,6 kWh/el.Kopf

* Die Prozentzahlen der Tafel beziehen sich auf den Absatz, die der Abb. 7 auf die Erzeugung.

Hieraus ergibt sich ein mittlerer Stromverbrauch je Kopf der mit Strom versorgten Bevölkerung von 68,6 kWh und allgemein je Einwohner 17,2 kWh. Die Verluste betragen 17 427 600 kWh = 14,6 % der erzeugten und 17,1 % der abgesetzten kWh. Die Strombilanz ist in Abb. 7 bildlich dargestellt.

III. Geldwirtschaft.

1. Angelegtes Kapital. — Bis Ende 1931 sind in der bulgarischen Stromwirtschaft insgesamt folgende Kapitalien festgelegt (Abb. 8):

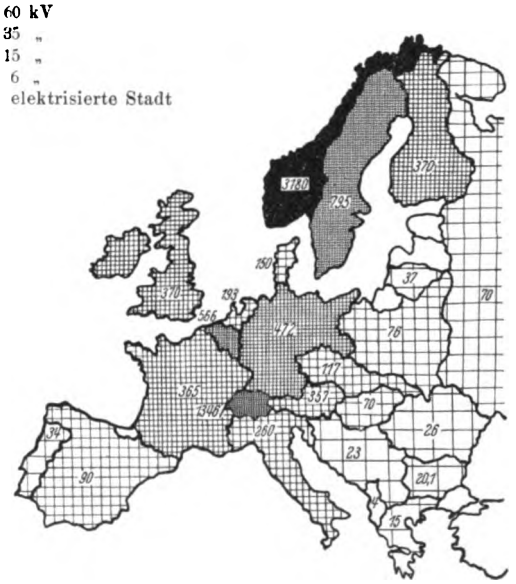


Abb. 6. Stromerzeugung der europäischen Länder in kWh je Kopf und Jahr (1930/31).

ten Stromes folgende Einnahmen erzielt worden (ohne Straßenbahnen, 2 562 200 RM):

Straßenbeleuchtung	844 000 RM
Hausbeleuchtung	4 295 000 „
Antriebstrom	3 321 500 „
Verschiedenes	306 000 „
Zusammen	8 766 500 RM

gegenüber folgenden Ausgaben (ohne Straßenbahnen):

Digitized by Google

Brenn- und Schmierstoff . .	1 220 000 RM	
Personal	1 492 200 „	
Erhaltung und Sonstiges . .	1 192 700 „	
Abschreibung		
Erneuerung		
Risiko	4 861 600 „	
Versicherung		
Zinsen		
Gewinn und Sonstiges . .		
Zusammen	8 766 500 RM	

Diese jährliche Bilanz ist in Abb. 9 dargestellt.

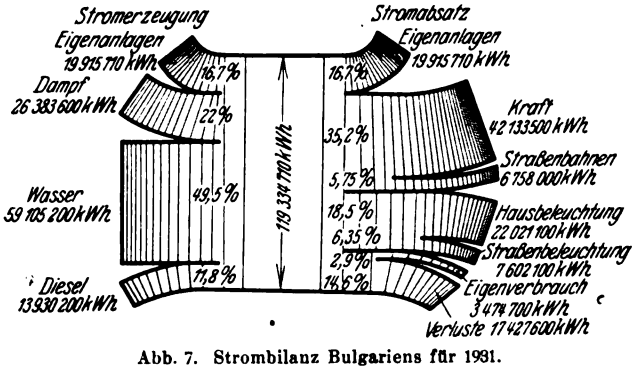


Abb. 7. Strombilanz Bulgariens für 1931.

3. Stromverkaufspreise. — Der Stromverkauf erfolgt durchschnittlich nach Zählern. Die Stromverkaufspreise richten sich nach Art und Größe der abgenommenen Arbeitsmengen und bewegen sich:

für Straßenbeleuchtung	zwischen	0,0196 ··· 0,485	RM/kWh
„ Hausbeleuchtung	„	0,16 ··· 0,485	„
„ Antriebszwecke	„	0,03 ··· 0,166	„

wobei 1 RM = 33,3 Leva sind.

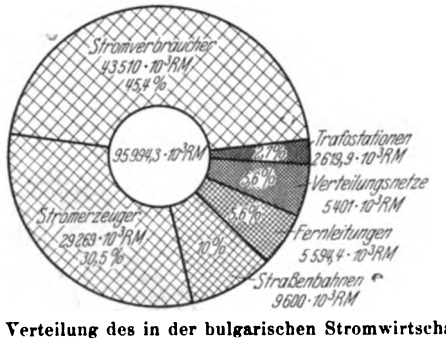


Abb. 8. Verteilung des in der bulgarischen Stromwirtschaft bis Ende 1931 insgesamt festgelegten Kapitals.

D. Elektrogesetze.

Ausgesprochene Stromwirtschaftsgesetze, die das Gebiet eingehend regeln oder seiner Entwicklung irgendwelche Grundlinien vorschreiben, bzw. Gesetze, die die allgemeine Nutzung und Bedeutung der Stromwirtschaft

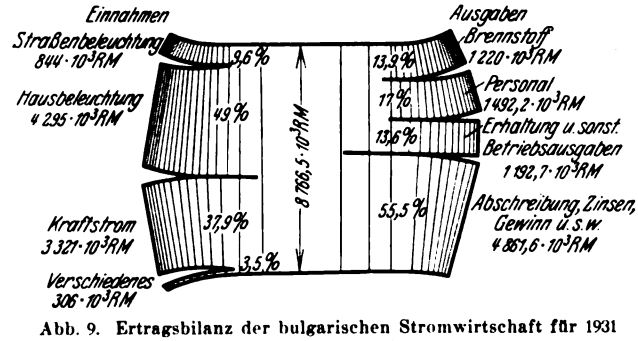


Abb. 9. Ertragsbilanz der bulgarischen Stromwirtschaft für 1931 (ohne Straßenbahn Sofia).

unterstreichen und ihr dementsprechend einen Vorzug vor anderen Industrieunternehmungen einräumen, gibt es z. Z. noch nicht. Es sind folgende die Stromwirtschaft berührende Gesetze in Kraft:

1. Die Gesetze für öffentliche Bauten von 1897 und 1928, welche das Gebiet nur sehr mangelhaft, u. zw. rein technisch behandeln;
2. das Gesetz für die Wassersyndikate, welches zwar auch Wirtschaftsfragen berührt, aber nur soweit es sich um die Ausnutzung der Wasserkräfte handelt.

Da die Erfüllung der beiden ersten Gesetze von zwei verschiedenen Ministerien überwacht wird, hat die staatliche Leitung für die Stromwirtschaft zu deren großen Nachteil nur untergeordnete Bedeutung.

3. Das Gesetz zur Unterstützung der heimischen Industrie, welches ebenfalls die Unternehmen für Stromerzeugung und -verbrauch gleichwertig mit der übrigen Industrie behandelt.

Die günstigen Bedingungen für eine allgemeine Elektrisierung des ganzen Landes und die Bedeutung, welche diese für die ganze staatliche Wirtschaft haben kann, machen die Schaffung entsprechender Gesetze zu einem unbedingten Erfordernis; diese Notwendigkeit scheint auch bereits langsam seitens der maßgebenden Kreise anerkannt zu werden.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 327.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System $\boxed{180}$ folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht. Zusatz zu System $\boxed{180}$, die Form ZD 13, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom mit Doppeltarifzählwerk ohne eingebaute Umschaltuhr, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Beschreibung.

Zusatz zu System $\boxed{180}$,

die Form ZD 13, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom mit Doppeltarifzählwerk ohne eingebaute Umschaltuhr, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 301 vom 18. V. 1931 (ETZ 1931, Heft 32) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom der Form D 11 des Systems $\boxed{180}$ werden bei geändertem Aufbau, mit einer Doppeltarifeinrichtung versehen, unter der Formbezeichnung ZD 13 hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form D 11 beglaubigt werden, d. h. für Nennstromstärken von 3 bis 30 A, für Nennspannungen bis 410 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz. Die Änderung des Aufbaues besteht darin, daß bei den Zählern der Form ZD 13 die beiden Triebsysteme auf die obere Triebscheibe und die beiden Bremsmagnete auf die untere Triebscheibe einwirken. Der Aufbau der Zähler ist demnach ebenso wie bei den durch die Bekanntmachung Nr. 313 vom 12. IV. 1932 (ETZ 1932, Heft 27) zur Beglaubigung zugelassenen Zählern der Form ZD 12 mit dem Unterschied, daß das auf die untere Triebscheibe wirkende System dieser Zähler fortgelassen ist. Außerdem liegt im Spannungskreis jedes der beiden Triebsysteme eine Zusatzwicklung. Diese Anordnung dient zur Beseitigung der Drehfeldabhängigkeit der Zähler. Die Doppeltarifeinrichtung ist die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 230 vom 3. XII. 1926 (ETZ 1927, Heft 10) beschrieben ist.

Die untersuchten Zähler der Frequenz 50 Hz hatten ein Drehmoment von etwa 6,5 bis 6,8 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,4 bis 0,5 % des Nennstromes an. Die Drehzahl der Zähler beträgt 25 bis 32 U/min bei Nennlast. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 54 g ermittelt. Der Eigenverbrauch der Spannungskreise betrug bei 110 und 380 V Nennspannung etwa 2 × 0,60 W. Der Eigenverbrauch in den Stromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa 2 × 0,44 W und bei 30 A Nennstromstärke auf etwa 2 × 1,73 W.

Nr. 328.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten (Reichsgesetz-

[1] Reichsministerialblatt 1933, Nr. 327, S. 2; Nr. 328, S. 39.

Digitized by Google

blatt 1898, S. 905) ist die Prüfordnung für elektrische Meßgeräte in neuer Fassung erlassen worden; sie ist im Verlage von Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erschienen und kann von da zum Preise von 2,40 RM bezogen werden.

Die Prüfordnung vom 2. August 1926 (Reichsministerialblatt 1926, S. 953, Elektrotechnische Zeitschrift 1926, Heft 50) ist gleichzeitig außer Kraft gesetzt worden.

Berlin-Charlottenburg, den 16. Februar 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Isolierung von Hochspannungsleitungen in der Nähe des Meeres. — Bereits auf den beiden 1927 und 1929 in Paris abgehaltenen internationalen Hochspannungskonferenzen hatten Montandon und Le Moigne bzw. Gravier über die eigentümlichen, infolge der an der marokkanischen Küste herrschenden klimatischen Verhältnisse für die Isolierung der dortigen 70 kV-Leitung auftretenden Schwierigkeiten berichtet[1]. Auf der letzten (1931) Pariser Hochspannungskonferenz ergänzen Montandon und Gravier die früheren Mitteilungen durch solche über die inzwischen gesammelten Betriebsergebnisse. Hiernach sind in dem sich über 764 km erstreckenden 70 kV-Netz nunmehr fast sämtliche ursprünglich eingebaut gewesenen 4gliedrigen Ketten von Hewlett-Isolatoren normaler Bauart durch 3gliedrige Ketten von Ölisolatoren ersetzt, von denen jetzt insgesamt fast 49 000 Stück in Betrieb sind. Die Zahl der Störungen, die früher durch die Salzablagerungen, besonders bei fehlendem Regen und hoher Luftfeuchtigkeit bedingt waren, ist dadurch ganz wesentlich zurückgegangen, wenn auch die Herstellung der Ölisolatoren zunächst manche neue Schwierigkeit bereitet zu haben scheint, da eine besonders, im Bericht allerdings nicht näher bezeichnete, scharfe elektrische Prüfung der Isolatoren an den den Salzniederschlägen besonders ausgesetzten Stellen des Isolators nötig wurde.

Eine wesentliche Verbesserung der Ölisolatoren brachte nach dem Vortrage die bereits in dem früheren Bericht erwähnte Anordnung eines Metallschirmes oberhalb der Ölbehälter[2]. Hierdurch wird das Eindringen von Feuchtigkeit und anderer Niederschläge in den Ölbehälter erschwert, die Spannungsverteilung längs der Kette verbessert und eine im Vergleich zur Durchschlagspannung des Isolators früher ansprechende äußere Schutzfunkenstrecke erreicht. — Unerwähnt bleibt leider auch in dem vorliegenden Bericht die Frage der Abspannisolatoren. (Bericht Nr. 19 der Int. Hochsp.-Konf. Paris 1931.)

W. W.

Apparate.

Versuche mit Lichtbögen und Reaktanzrelais. — Der Umstand, daß bei Lichtbogen-Kurzschlüssen das Impedanzrelais den Widerstand des Lichtbogens mitmißt, so daß die fehlerhafte Leitung u. U. verhältnismäßig spät abgeschaltet wird, hat zur Entwicklung der Reaktanzrelais geführt, die nur noch auf die induktive Komponente des Widerstandes in der Kurzschlußbahn ansprechen. Die Frage, ob der Lichtbogenwiderstand rein ohmischer oder komplexer Natur ist, war freilich nicht mit Sicherheit zu beantworten, mancherlei Beobachtungen sprachen auch für eine induktive Komponente. Die Tennessee Electric Power Co. hat eine umfangreiche Versuchsreihe angestellt, die diese Frage zu klären bestimmt war. Es wurden Hochspannungs-Lichtbögen in großer Zahl und unter verschiedenen Verhältnissen gezündet, die einwandfrei gezeigt haben, daß der Lichtbogenstrom mit der Spannung in Phase ist, und daß entgegenstehende Beobachtungen auf teils subjektive, teils in den verwendeten Meßinstrumenten begründete Täuschungen zurückzuführen sind. Der gewöhnliche Oszillograph versagt bei solchen Messungen zu leicht, die Kurven liegen zu sehr gedrängt ineinander, aber ein besonders schnellaufender Oszillograph gab einwandfreie Ergebnisse. Die Versuche ergaben weiter, daß die Spannung an einem Hochspannungs-Lichtbogen aus 3 Komponenten besteht, einem Grundwerte V_0, der in der Größe von 20 V und daher für Hochspannungs-Lichtbögen bedeutungslos ist, einem Ausdrucke, der die Stromstärke und Bogenlänge, und einem dritten, der den Rauminhalt und die Schnelligkeit der Stromänderung enthält[1]. Dieser dritte Ausdruck $\frac{k'V}{I^2}\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$ läßt sich schwierig berechnen, man vermeidet ihn daher besser bei solchen Versuchen, indem man sie unter gleichbleibenden Verhältnissen der Stromerzeugung und in Abwesenheit von Wind anstellt. Es bleibt dann für die Bogenspannung nur ein Ausdruck von der Form $V = \frac{k\,l}{\sqrt[n]{I}}$. Hierin ist $k = 28{,}8$ und $n = 2{,}5$; l ist die Länge in m. Der gefundene Lichtbogenwiderstand ist niedriger als der etwa bei einem Isolatorüberschlag infolge Blitzschlages zu erwartende, denn das verdampfte Kupfer des zur Einleitung des Lichtbogens dienenden Drahtes drückt den Wert herab. Leitet man den Lichtbogen mittels eines dünnen Aluminiumdrahtes ein, so ergeben sich wesentlich höhere Widerstandswerte. — Die gleichzeitig erprobten Reaktanzrelais der GEC haben den Anforderungen entsprochen; denn in allen Fällen, ob nun Lichtbogen- oder rein metallischer Kurzschluß hergestellt wurde, zeigten sie den gleichen Widerstandswert an. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 98, S. 502.) *Ha.*

Beleuchtung.

Wolkenschrift. — Am 25. I. 1933 hielt Mannheimer in der Kinotechnischen Gesellschaft einen Vortrag über das Thema Wolkenschrift. Seine Ausführungen erstrecken sich vorzugsweise auf die Beschreibung eines von ihm konstruierten Wolkenschriftapparates, während die übrigen Systeme nur ganz kurz behandelt wurden[2]. Die Optik des Apparates beruht auf dem an sich bekannten Prinzip der Projektionsoptik. Mit Hilfe eines Kondensorspiegels von 60 cm Dmr. wird eine Buchstabenblende angeleuchtet. Die Abbildung dieser Buchstaben-

Abb. 1. Wolkenschriftapparat.

[1] ETZ 1928, S. 761, und 1930, S. 1783.
[2] Vgl. ETZ 1930, S. 1784, Abb. 16.

[1] Das widerspricht dem oszillographischen Befunde, daß Strom und Spannung in Phase sind, da es auf Vorhandensein von Selbstinduktion schließen läßt. (Anm. d. Ber.)
[2] ETZ 1933, S. 38.

Digitized by Google

blende geschieht unter Zwischenschaltung eines Ablenkspiegels durch einen Objektivspiegel von 40 cm Dmr. Als Lichtquelle dient eine 400 A-Bogenlampe. Die Lichtstärke ist daher trotz der verhältnismäßig geringen Abmessungen der Optik groß genug, um auch in größerer Höhe gut lesbare Schriften zu entwerfen. Die Schriftblenden sind auswechselbar, es kann auch Laufschrift projiziert werden. Der ganze Apparat ist verhältnismäßig klein und nicht allzu schwer, so daß er leicht transportabel ist. Abb. 1 zeigt das Äußere des Apparates. *F. Bn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Erweiterung Berliner Vorortbahnen. — Am 1. III. d. J. wurde der Umsteigebahnhof „Schöneberg" der Berliner elektrisierten Wannseebahn in Betrieb genommen. Bei diesem Bahnhof ist bemerkenswert, daß in der Pfeilerreihe zwischen den Berlin—Magdeburger Ferngleisen und dem Wannsee-Bahnsteig eine Glaswand gezogen wird, um den Rauch aus den Lokomotiven, der durch die Viaduktdecke niedergehalten wird, vom Bahnsteig fernzuhalten, ferner an der bereits im Betrieb befindlichen Fahrtreppe — nicht Rolltreppe — die selbsttätige Ingangsetzung dieser durch die Fahrgäste, um an Strom zu sparen. Das Betreten einer Plattform vor der Treppe löst ein Zeitrelais aus, durch das der Treppenmotor eingeschaltet wird. Für gewöhnlich steht die Treppe still. Die Treppe läuft nur für die hinauffahrende Person und einige Stufen weiter, falls nicht ein neuer Impuls durch das Treten einer Person auf die Plattform erfolgt. Die von der Maschinenfabrik Flohr, Berlin, gelieferte Fahrtreppe hat eine Leistung von 8000 Personen/h. Die Höhe beträgt 5,93 m, die Fahrgeschwindigkeit 0,5 m/s. Der Elektromotor hat 20 PS und ist mit dem Antrieb unterhalb der Treppe hinter Drahtgitter aufgestellt. Die hier mechanisch wirkende Automatik wird bei der Fahrtreppe auf dem Bahnhof „Innsbrucker Straße" elektrisch mit Hilfe einer Lichtschranke erfolgen, die durch Ausstrahlung von infrarotem Licht auf eine Selenzelle gebildet ist. Bei Unterbrechung des Lichtstrahles läuft die Treppe selbsttätig an. Die Einrichtung ist bereits auf Bahnhof „Westkreuz" erprobt. So ist durch die Automatik die werbende Kraft der Fahrtreppe auch wirtschaftlich gestaltet. *Pge.*

Bergbau und Hütte.

Fahrdraht-Akkumulatorenlokomotiven. — Fahrdrahtmaschinen werden nur in schlagwetterfreien sowie in solchen schlagwettergefährdeten Gruben bergpolizeilich zugelassen, in denen dem Einziehstrom noch keine Abwetter belegter Betriebspunkte zugeführt werden. Um nun eine Fahrdrahtmaschine auch in solchen Grubenräumen verwenden zu können, die im Abbau und den angrenzenden Strecken schlagwetterführend sind, während der übrige Teil der Förderstrecken schlagwetterfrei ist, weil die Strecken im einziehenden Wetterstrom liegen, haben die SSW eine Lokomotive ausgebildet, die eine Vereinigung einer Fahrdrahtlokomotive und einer Akkumulatorenlokomotive darstellt (Abb. 2). Auf den schlagwetterfreien Strecken entnimmt diese schlagwettergeschützte Lokomotive den Strom der vorhandenen Oberleitung. Dabei wird die Batterie zu gleicher Zeit aufgeladen. Die elektrische Ausrüstung ist daher bis auf den Stromabnehmer vollkommen schlagwettergeschützt ausgebildet. Zur Zeit steht eine derartige Maschine auf der Zeche Minister Stein in Dortmund in Betrieb, wo sie sich nach ½jähriger Probezeit gut bewährt hat, so daß sie von der Zechenverwaltung übernommen wurde.

Die Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen: Länge über die Puffer 8810 mm, größte Breite 980 mm, Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Batterie 1110 mm, Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Führerhaus 1600 mm, Spurweite 553 mm. Die Maschine hat ein Dienstgewicht mit Batterie von 15,8 t. Bei 150 V Motorklemmenspannung beträgt die Stundenleistung der Motoren zusammen 40 kW. Die Zugkraft, am Laufradumfang gemessen, beträgt 1500 kg, die Geschwindigkeit 9,4 km/h. Die Lokomotive besteht aus 3 Teilen, den beiden Drehgestellen und dem dazwischengehängten Batteriebehälter. Die Abmessungen des Batteriebehälters sind folgende (größte Abmessungen gemessen über dem Traggestell): Länge 5090 mm, Breite 982 mm, Höhe 915 mm. Der Batteriebehälter ist vermöge eines Traggestells auf den beiden Drehgestellen gelagert (Abb. 3). Hierbei sind Drehpunkte und Auflager getrennt angeordnet, um einmal die Ausschläge in den Kurven klein zu halten und sodann zu gleicher Zeit eine günstige Achsbelastung zu erhalten. Der Batteriebehälter ist mit dem Traggestell vernietet und mit einem Schiebedeckel versehen, in den zur Belüftung der Batterie Plattenschutzpakete eingebaut sind. Für die Belüftung der Batterie beim Aufladen sind an den beiden Stirnwänden unterhalb der Behälteroberkante auf Mitte je ein schlagwettergeschützter Ventilator eingebaut worden. Die Batterie ist von der Elektromontana in Berlin geliefert und besitzt eine Kapazität von 222 Ah. Man hat die Groß-Oberflächentype gewählt, da man durch eine besondere Schaltungsordnung mit einer verhältnismäßig geringen Kapazität auskommt. Während der Fahrt mit der Oberleitung werden nämlich die Elemente mit den Motoren in Serie geschaltet, so daß sie durch den Fahrstrom nachgeladen werden. Eine frische Volladung der Batterie reicht so für 4 Schichten aus. Die Elemente sind in einen mit Gummi ausgekleideten Behälter eingebaut, der zwischen die Drehgestelle eingehängt wird. Das Anfahren der Maschine erfolgt durch Unterteilen der Batterie zuerst mit halber Batteriespannung, dann durch Hintereinanderschaltung der Batteriehälften mit voller Batteriespannung. Vor diesen beiden Hauptfahrstufen sind Widerstandsfahrstufen vorgesehen. Die Stromkreise sind so geschaltet, daß jeder Motor zuerst den Strom von einer Batteriehälfte erhält. Bei Serienschaltung der Batteriehälften werden die Motoren parallel geschaltet. Wird über die zweite Hauptfahrstufe weitergeschaltet, so werden die Batteriehälften wieder parallel geschaltet. Jeder Motor liegt zwischen Oberleitung und äußeren Batteriehälften. Die negativen Pole der Batteriehälften werden an Erde gelegt. Jede Batteriehälfte wird dabei geladen durch den Strom, den der vorgeschaltete Motor aufnimmt. Zwischen der zweiten Hauptfahrstufe und der dritten Hauptfahrstufe, auf der die Batterie von der Oberleitung geladen wird, ist noch eine Widerstands-Anfahrstufe eingeschoben. Die Spannung, mit der jeder Motor auf der dritten Hauptfahrstufe fährt, ist demnach gleich der Oberleitungsspannung minus der Batterieladespannung. *Sgm.*

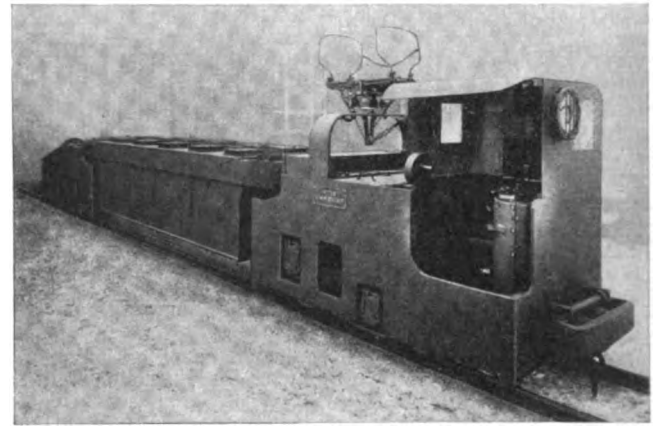
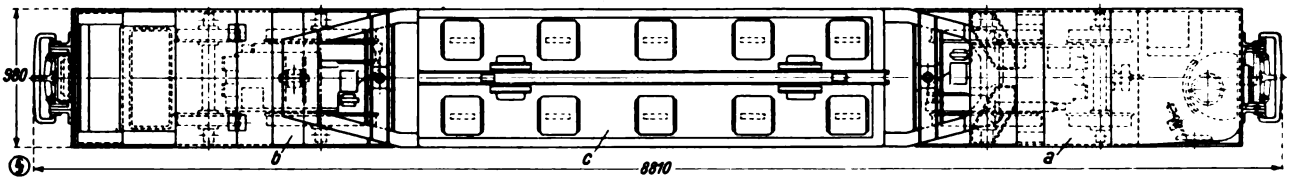


Abb. 2. Schlagwettergeschützte Grubenlokomotive für gemischten Betrieb, 40 kW, 220/135 V.



a vorderes Drehgestell *b* hinteres Drehgestell *c* Traggestell mit Batteriebehälter

Abb. 3. Grundriß der Fahrdraht-Akkumulatorenlokomotive.

Digitized by Google

Landwirtschaft.

Elektrische Bodenheizung in den V. S. Amerika. — Untersuchungen auf dem Gebiet der Buffalo, Niagara & Eastern Power Corp. haben Unterschiede im Energieverbrauch zwischen 0,07 und 0,43 kWh je etwa 10 m² und Stunde ergeben. Bei fünf Anlagen, bestehend aus zwei Warmbeeten, zwei Treibbeeten und einem Paar Stecklingbeeten, die alle mittels spezieller Bleikabel beheizt wurden, betrug der Energieverbrauch je Stunde und etwa 10 m² für die Treib- und Warmbeete bzw. 0,3 ··· 0,43 kWh, während die Stecklingbeete nur 0,07 kWh verlangten. Bei letzteren und den Warmbeeten wurden für je etwa 10 m² Bodenfläche rd. 45 m Kabel, bei den Treibbeeten etwa 60 m verwendet; die Kabel waren in mit Thermostaten versehene Stromkreise von je etwa 22 m unterteilt. Die Temperatur der Warmbeete wurde auf rd. 18 bis 21 ° C gehalten. Insgesamt stellte sich der Energiebedarf einer 16-Fenster-Anlage für Tomaten, Blumenkohl, Pfefferschoten, Astern und Rittersporn in 16 Tagen auf 1496 kWh oder rd. 188 RM bei 12,6 Pf/kWh Strompreis. Für Treibbeete mit Salat, Tomaten, Kohl, Pfefferschoten und Erdschocken im Umfang von rd. 7 m² und bei rd. 22 ° C waren in 7 Wochen 266 kWh bzw. 33,5 RM erforderlich, für ein anderes Beet mit Salat, Kohl und Blumenkohl in acht Wochen 287 kWh bzw. rd. 36 RM. Zwei Stecklingbeetanlagen von je 16 Fenstern und rd. 72 m² Fläche beanspruchte bei rd. 22 ··· 24 ° C in 40 Tagen 523 kWh im Betrag von rd. 66 RM, also rd. 5 Pf je Tag und Fenster. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 585.) *fm.*

Fernmeldetechnik.

Eine Trägerstrom-Telegraphie-Anlage. R. E. Smith und L. A. Kelley beschreiben eine Trägerstrom-Telegraphie-Anlage der Postal Telegraph-Cable Co. (New York) für 2 Doppelleitungen, bei der auf jeder Leitung in einer Richtung über 10 Kanäle gearbeitet wird; gleichzeitig kann jede Leitung für Gleichstromtelegraphie mit Erdrückleitung ausgenutzt werden. Die Sendeseite der Trägerstromanlage enthält wie üblich für jeden Kanal eine Wechselstromquelle, ein Telegraphenrelais zur Modulation der Sendefrequenz und ein Sendesieb; alle 10 Sender liegen parallel zueinander an der Leitung. Die Sendefrequenzen sind für alle derartigen Anlagen einheitlich auf 500, 700, 900, 1100 ··· 2300 H festgesetzt. Bei Anlagen mit geringerem Verkehr, der mit höchstens 6 Kanälen zu bewältigen ist, werden die Frequenzen 500, 700 ··· 1500 Hz verwendet und von Einzelstromquellen (Stimmgabelgeneratoren) geliefert, während für Anlagen mit mehr als 6 Kanälen sämtliche Frequenzen von einer Vielfachfrequenzmaschine erzeugt werden. Auf diese Weise soll die Anpassung an Veränderungen der Verkehrstärke erleichtert werden. Der Frequenzraum unterhalb von 500 Hz ist für Gleichstrom-Schnelltelegraphie vorgesehen. — Die Empfangseite der Trägerstromanlage enthält für jeden Kanal ein zweigliederiges Empfangsieb mit dazwischen geschaltetem einstellbaren Dämpfungsglied und im Anschluß daran einen zweistufigen Röhrenverstärker mit Transformatorenkopplung zwischen den Stufen; der Anodenkreis des zweiten Rohrs führt über die Primärspule eines Transformators, an dessen Sekundärspule ein Kupferoxyd-Gleichrichter liegt. Die von ihm gleichgerichteten Empfangsströme werden auf ein hochempfindliches polarisiertes Empfangsrelais übertragen, das bereits auf wenige Milliampere anspricht und dessen Wirkung durch ein Gulstadsches Vibrationsrelais unterstützt wird. Sowohl die Sende- als auch die Empfangsiebe bestehen aus Lufttransformatoren mit veränderlicher Kopplung in Reihe mit ebenfalls abstimmbaren Kondensatoren, so daß die Bandbreite der Siebe geändert werden kann, falls dies in Zukunft nötig werden sollte. — Die Leistung einer vollständigen Anlage dieser Art mit 2 Doppelleitungen, 10 Kanälen je Leitung und Zweifachbetrieb sowohl in den Kanälen als auch auf den mit Gleichstrom betriebenen 4 Einzeldrähten wird bei einer Punktfrequenz von 30 Hz zu 3360 Worten/min angegeben, wovon 2400 auf die Trägerstromanlage entfallen. (R. E. Smith u. L. A. Kelley, Electr. Engng. Bd. 51, S. 784.) *But.*

Messung der Leistung an Niederfrequenz-Endverstärkern. V. Babits beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Wirkleistung, die Niederfrequenzverstärker an Verbraucher mit induktivem Charakter ihres Scheinwiderstands, z. B. Lautsprecher, abgeben. Wenn i den Wechselstrom im Anodenkreis bedeutet, R_i den inneren Widerstand der Eingitterröhre, D ihren Durchgriff, e_g die am Steuergitter wirksame Wechselspannung, R_e den Wirkwiderstand und L die Induktivität des Verbrauchers, so ist die bei der Kreisfrequenz ω abgegebene Wirkleistung:

$$W = i_a^2 R_e = e_g^2 R_e \left| \frac{1}{D\,(R_i + R_e + j L \omega)} \right|^2 .$$

e_g ist mit Hilfe eines Röhrenspannungsmessers meßbar. Der stromabhängige Wirkwiderstand R_e, der unter tatsächlichen Betriebsverhältnissen gemessen werden muß, wird in einer Brückenschaltung gemessen, die durch Ergänzung des zu messenden Verstärkers durch einen aus den gleichen Stromquellen gespeisten Hilfsverstärker gebildet wird, in dessen Anodenkreis einstellbare Widerstände und ein Variometer (ohne Eisen) liegen. Wenn den Steuergittern beider Röhren eine Wechselspannung derart zugeführt wird, daß beide Gitter gleichzeitig positiv und gleichzeitig negativ geladen werden, wird zwischen den Anoden beider Röhren ein Tonminimum entstehen, sobald Widerstand und Induktivität im Anodenkreis der Hilfsröhre wie in der zu messenden Röhre übereinstimmen.

Der dritte noch zu bestimmende Faktor, die Steilheit der dynamischen Charakteristik, läßt sich aus den bekannten Daten der Röhre errechnen, kann aber auch gemessen werden, indem man aus einem festen und einem regelbaren Ohmschen Widerstand und einer Selbstinduktion einen neuen Stromkreis bildet und in den mit dem Anodenkreis der Arbeitsröhre gemeinsamen Zweig einen Fernhörer mit kleinem Widerstand schaltet. Sind die Wechselströme beider Kreise gleich groß, in der Phase aber um 180° verschoben, so erhält man in dem Fernhörer ein Tonminimum. Der die Steilheit der dynamischen Charakteristik darstellende Faktor ergibt sich unmittelbar aus den Meßergebnissen. (V. Babits, Z. Physik Bd. 78, S. 133.) *Hf.*

Verschiedenes.

Arnold-Stiftung[1]. — Die Zinsen des Stiftungskapitals sind bestimmt zur Ermöglichung oder Förderung von Studien und Forschungsarbeiten am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Die Unterstützungen dienen zur Bestreitung von Unkosten und zur Beschaffung von Einrichtungen und Instrumenten, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was seitens des Instituts für Sonderarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann, und werden als Beihilfe gewährt für diejenigen, die auf Anregung von industrieller oder wissenschaftlicher Seite Arbeiten von allgemeinem Interesse auszuführen bereit sind.

Unterstützung kann jedem gewährt werden, der die Befähigung zum selbständigen Arbeiten besitzt. Gesuche um Gewährung einer Unterstützung sind dem Vorsitzenden des Kuratoriums, Herrn Prof. Dr. Gaede, Direktor des Physikalischen Instituts der T. H. Karlsruhe, mit einem Arbeitsplan und einer Erläuterung über die Verwendung der beantragten Unterstützungsumme schriftlich spätestens bis zum 10. V. 1933 einzureichen.

Der Vorsitzende des Kuratoriums:
Gaede.

Neues Vorlesungsverzeichnis des Hauses der Technik in Essen. — Das Haus der Technik in Essen gibt soeben das neue Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1933 heraus. Auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Physik interessieren u. a. folgende Veranstaltungen:

28. IV.: Wirkungen ultravioletter Strahlung und deren Messung. Von Dr. W. Frankenburger, Ludwigshafen.

5. V.: Schwingungen an Maschinen und ihre Untersuchung. Von Dr.-Ing. Ernst Lehr, Berlin.

9. V.: Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen über Blindstrom. Von Prof. Dr.-Ing. E. Hueter, Darmstadt.

13. VI.: Das Problem der absoluten Bewegung als Grundlage der Relativitätstheorie. Von Prof. Dr. L. Hopf, Aachen.

Hörerkarten für die einzelnen Vorlesungen sind in den bekannten Verkaufstellen und an der Abendkasse zu haben. (Preis je Vortragsabend 1,50 RM; Semesterkarten für sämtliche Vorträge des Sommersemesters 5 RM.)

Vom 1. bis 6. V. findet gemeinsam mit dem Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen eine Fachschau „Messen an Maschinen" statt. *of*

Interessengemeinschaft staatlicher und kommunaler Elektrizitätswerke Deutschlands. — Die diesjährige o. Mitgliederversammlung der Interessengemeinschaft staatlicher und kommunaler Elektrizitätswerke Deutschlands fand am 25. II. in Weimar statt. Die gut besuchte Ver-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1019.

Digitized by Google

sammlung wurde von dem Vorsitzenden der Iske, Herrn Generaldirektor Dr. X. Mayer, Stettin, geleitet. Nach Erstattung des Jahresberichts durch das geschäftsführende Vorstandsmitglied, Herrn Staatsminister a. D. Dr. Wendorff, wurden die Formalien erledigt. Im Anschluß daran hielt Herr Senatspräsident Dr. von Leyden einen Vortrag über „Die Bedeutung der wirtschaftlichen Betätigung kommunaler Elektrizitätswerke für ihr Verhältnis zur öffentlichen und privaten Wirtschaft". Er führte im Rahmen seines Vortrages etwa folgendes aus:

Das Recht der Gemeinden auf wirtschaftliche Betätigung sei in Deutschland anerkanntes Recht. Es finde aber seine natürlichen Grenzen 1. in dem Zweck: Ein öffentliches Interesse an der Betätigung, 2. in der Einordnung in das Ganze: die Betätigung dürfe nicht in Widerspruch mit dem Interesse der Allgemeinheit stehen, 3. in der Vermeidung einer mißbräuchlichen Vermischung der Hoheitstellung mit der wirtschaftlichen Betätigung. Der Redner ging dann auf die Versorgungsbetriebe ein, schilderte das Verhältnis zwischen Wirtschaftsbetrieb und Gemeinde und zwischen Gemeinde und Privatwirtschaft. Im Anschluß daran befaßte er sich mit dem Problem des Steuerprivilegs und kam zu folgendem Ergebnis:

1. Argumente für die Beseitigung des Steuerprivilegs gingen im wesentlichen fehl.

2. Das Problem könne an und für sich nur durch den endgültigen Finanzausgleich gelöst werden.

3. Dabei würde grundsätzlich eine Gleichstellung aller wirtschaftlich arbeitenden Versorgungsbetriebe nach allen Richtungen das erwünschte sein. Wolle man den wirtschaftlichen Gesichtspunkt, die Rentabilität, auch bei den öffentlichen Versorgungsbetrieben dominieren lassen, so müsse man die Konsequenz ziehen nicht nur für die steuerliche Behandlung, sondern auch für die sonstige Behandlung aller Versorgungsbetriebe in Privatrechtsform, die damit der öffentlichen Kontrolle der Gemeinde und der Staatsaufsicht entzogen würden. Wolle man — dem Endzweck jeder kommunalen Betätigung entsprechend — den öffentlichen Zweck dominieren lassen, so müsse der kommunale Versorgungsbetrieb, auch wenn er in privatrechtlicher Form geführt werde, der öffentlich-rechtlichen Kontrolle der Gemeinde und der Staatsaufsicht unterworfen sein; dann sei er eine besondere Form öffentlich-rechtlicher Wirtschaftsbetätigung und dann sei grundsätzlich das Steuerprivileg gerechtfertigt.

Dem Vortrag schloß sich eine lebhafte Aussprache an.

of

AUS LETZTER ZEIT.

Guter Absatz. — Die Westinghouse-Gesellschaft in den V. S. Amerika hatte lt. Siemens-Mitt. vor einiger Zeit ihre sämtlichen 35 000 Angestellten und Arbeiter aufgefordert, sich in einem Wettbewerb für den Verkauf elektrischer Hausgeräte zu bemühen, jeder sollte wenigstens ein Gerät verkaufen. Dabei wurden Preise ausgesetzt, z. B. beim Verkauf eines Kühlschrankes 5 Dollar in bar oder ein entsprechendes sachliches Geschenk. Die Verkäufe wurden dann über die örtlichen Wiederverkäufer abgerechnet. Der Erfolg war nach den Berichten der amerikanischen Fachblätter überraschend günstig: 54 500 Verkäufe im Werte von 1,5 Mill Dollar im Mai 1932, 1,1 Mill Dollar im Juni 1932. Es wurden 127 Waggon Kühlschränke und 25 t Plätteisen während dieses Wettbewerbs verkauft.

Stettiner Electricitäts-Werke, Stettin. — Zu der (ETZ 1933, S. 313) an gleicher Stelle gebrachten Notiz ist die in Klammern vermerkte Dividendenverteilung von 8 % i. V. dahingehend zu berichtigen, daß das Vorjahr 1931 nur 9 Monate umfaßte, mithin bei der Verteilung von 10 % im Jahre 1932 (12 Monate) ein Dividendenrückgang vorliegt.

Ein Bundesgesetz für die Elektrizitätsindustrie in Mexiko geplant. — Präsident Rodriguez wandte sich in einer Botschaft an den Bundeskongreß mit dem Vorschlag, ein Gesetz anzunehmen, welches die elektrische Industrie der Kontrolle der Bundesregierung unterstellen soll, während sie jetzt durch Gesetze der einzelnen Staaten kontrolliert wird.

Radioindustrie in England. — Im Jahre 1932 konnte die englische Radioindustrie besonders hohe Umsätze erzielen. Diese belaufen sich nach einem Bericht des Wireless & Gramophone Trader auf 580 Mill RM. Im Jahre 1932 übertraf der Absatz an Rundfunkgeräten in England den des Vorjahres um 170 000 Apparate.

Rundfunksender Toulouse. — In der Nacht vom 5. zum 6. IV. d. J. ist der mit 8 kW auf Welle 385 arbeitende Sender Toulouse durch Feuer zerstört worden. Sämtliche Aufnahme- und Senderäume sind ein Opfer der sich rasch verbreitenden Flammen geworden. Die Ursache des Feuers ist noch nicht einwandfrei festgestellt worden.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Britisch-Indien. — In Kalkutta ist im vergangenen Jahre die India Electric Lamp Manufacturing Co. Ltd. gegründet worden. Die Leistungsfähigkeit der Fabrik, die mit europäischen Maschinen ausgerüstet wird, soll 6000 Lampen am Tage betragen. Es sollen sowohl gasgefüllte als auch luftleere Lampen hergestellt werden.

Geschäftsbelebung bei der Mix & Genest AG., Berlin. — Der Auftragseingang der Gesellschaft zeigt, wie berichtet wird, in den letzten 4 ··· 6 Wochen eine nennenswerte Belebung. Die Zunahme geht auf Bestellungen sowohl von seiten der Behörde als auch aus privaten Kreisen zurück. Sämtliche Betriebe des Unternehmens sind zur Zeit nahezu voll beschäftigt. Es konnten etwa 150 ··· 200 Arbeiter neu eingestellt werden. Die Aussichten für den weiteren Verlauf des Geschäftsjahres 1933 erscheinen wesentlich günstiger, als es im Vorjahr der Fall war.

Konkurs der EMAG-Elektrizitäts-AG., Frankfurt a. M. — Der Antrag der Gesellschaft auf die Eröffnung des Vergleichsverfahrens ist vom Gericht abgelehnt und der Konkurs eröffnet worden. Hiervon wird die nach der im August vergangenen Jahres erfolgten Zahlungseinstellung gegründete EMAG Auffang- und Betriebs-G. m. b. H. nicht berührt.

Neue Volks-, Berufs- und Betriebszählung im Juni 1933. — Nachdem im Jahre 1925 zum letzten Male diese Zählung in Deutschland stattgefunden hat, wird im Juni eine neue Volks-, Berufs- und Betriebszählung veranstaltet werden. Die erforderlichen Verhandlungen mit den Ländern sind bereits geführt worden. Das Reichswirtschaftsministerium wird dem Kabinett demnächst einen entsprechenden Gesetzentwurf zuleiten, so daß man damit rechnen kann, daß in 1 bis 2 Wochen die formellen Voraussetzungen für die Durchführung der Volkszählung erledigt sein werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Auf Grund unserer Stiftung hat der Zögling der Gauß-Schule, Berlin, **Fritz Thomas** in Berlin-Niederschönhausen, Lindenstr. 44, im Jahre 1931 das Deutsche Museum besucht. Das Kuratorium der Reisestiftung des Deutschen Museums hat den Reisebericht des Genannten über den Besuch des Museums mit einem **Diplom** ausgezeichnet.

Der Name des Stipendiaten und des Stifters werden im nächsten Verwaltungsbericht des Deutschen Museums veröffentlicht werden.

Ordentliche Sitzung

am 28. März 1933 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Dr. Wallot.

Vorsitzender: In Vertretung des leider verhinderten Herrn Vorsitzenden eröffne ich die Sitzung und heiße Sie alle, insbesondere auch die zahlreich erschienenen Gäste, herzlich willkommen. Zunächst hören Sie einige geschäftliche Mitteilungen. Gegen den Bericht über die letzte ordentliche Sitzung sind keine Einwendungen eingegangen; der Bericht ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung haben sich dank rühriger Werbung wieder 25 neue Mitglieder angemeldet; ein Verzeichnis liegt hier aus.

In der nächsten Zeit werden folgende Vorträge veranstaltet werden: In der ordentlichen Sitzung am 25. April wird Herr Dipl.-Ing. Freiberger sprechen über das Thema: „Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom". Am 4. April wird Herr Dr. Schult vortragen über: „Betrachtungen über den Kraftwerksbau" in der Fachgruppe für

Digitized by Google

den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken und am 11. April Herr Dr. Feldtkeller über: „Trägerfrequenztelephonie auf mehreren Doppelleitungen desselben Gestänges" in der Fachgruppe für elektrisches Nachrichtenwesen.

Wir kommen nun zum Hauptpunkt unserer Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dr. Koeppen über: „Dieselelektrische Fahrzeugantriebe". Ich bitte Herrn Dr. Koeppen, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Meine Herren, ich möchte Herrn Dr. Koeppen für seinen klaren Vortrag den besten Dank des Elektrotechnischen Vereins aussprechen. Ich eröffne nun die Besprechung und bitte um Wortmeldungen.

(Besprechung folgt.)

Vorsitzender: Die Zeit ist so weit vorgeschritten, daß es besser ist, mit Ihrer Zustimmung die Diskussion abzubrechen. Ich möchte aber noch allen Herren, die an der Diskussion teilgenommen und interessante Beiträge geliefert haben, insbesondere auch Herrn Dr. Koeppen selbst, bestens danken. Hiermit schließe ich die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Aktiebolaget Bergslagens Gemensamma Kraftvörvatning, Västerås (Schweden)
Brauns*, Erich, Bln.-Blankenburg
Frank, Karl Georg, Dr., New York
Gehrmann*, Wilhelm, Bln.-Pankow
Giese, Herbert, Elektroing., Drossen N/M.
Hoesl, Karl, Dipl.-Ing., Winklarn/Oberpfalz
Holst, Heinz, stud. ing., Hamburg
Husqvarna Vapenfabriks Aktiebolag., Huskvarna (Schweden)
Joost*, Arthur, Berlin
Kostenko, Michael, Professor, Leningrad
Küllmann, Kurt, Elektroing., Bln.-Neukölln
Lindner*, Ottomar, Berlin
Maatz, Curt, Kaufmann, Berlin
Mannheim, Siegismund, Kaufmann, Bln.-Charlottenburg
Michalk*, Fritz, Berlin
Missbach, Günther, cand. ing., Bln.-Charlottenburg
Roth, Udo, cand. ing., Dortmund
Sledow*, Wilhelm, Eberswalde
Skiba, Hermann, cand. ing., Dortmund
Sunne Elektriska A. B., Sunne (Schweden)
Stügelmaier*, Erwin, Bln.-Neukölln
Stumpp, Werner, Elektroing., Parchim i. M.
Weber, Albert, ber. Ing., Royken/Norwegen
Wissel*, Alfred, Berlin
Wotte*, Erhard, Berlin

* Zöglinge der Gauß-Schule.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Isolieröle.

Entwurf 1.

VDE 0370.

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Bewertung.
§ 3. Reinheit.
§ 4. Spezifisches Gewicht.
§ 5. Zähigkeit.
§ 6. Flammpunkt.
§ 7. Chemische Eigenschaften.
§ 8. Alterungsneigung.
§ 9. Durchschlagsfestigkeit.
§ 10. Toleranzen.
III. Prüfung.
§ 11. Probeentnahme.
§ 12. Reinheit.
§ 13. Spezifisches Gewicht.
§ 14. Zähigkeit.
§ 15. Flammpunkt.
§ 16. Chemische Eigenschaften.
§ 17. Alterungsneigung.
§ 18. Durchschlagsfestigkeit.
§ 19. Toleranzen.

Bekanntmachungen.

Kommission für Isolieröle.

Die Kommission veröffentlicht im nachstehenden den Entwurf einer Neubearbeitung der seit dem 1. Oktober 1927 gültigen „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle",

VDE 0370

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R. E. Ö.

der dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Beschlußfassung und Inkraftsetzung ab 1. Januar 1934 vorgelegt werden soll.

Änderungswünsche und Einsprüche gegen die nachstehende Fassung sind in doppelter Ausfertigung bis längstens zum 10. Mai 1933 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Kommission für Schaltgeräte.

Die Unterkommission für Schutzschalter, bestehend aus den Herren: Besag, Besold, Blendermann, Cohn, Hammerer, Kolb, Löbl, Lux, Molly, Riedl, Schoof, Zimmermann, hat einen Entwurf 1 zu

VDE 0663

„Leitsätze für Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung" aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird und der dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden soll. Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 10. Mai 1933 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

I. Gültigkeit.

§ 1.
Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

§ 2.
Geltungsbereich.

a) Diese Regeln gelten nur für Erdölprodukte.

b) Die Bestimmungen der §§ 4 ··· 7 beziehen sich sowohl auf neues als auf im Gerät angeliefertes Öl. Die Bestimmungen der §§ 3 und 8 beziehen sich lediglich auf neues Öl. Die Bestimmung des § 9 bezieht sich nur auf ein dem im Betriebe befindlichen Transformator oder Gerät entnommenes und auf ein getrocknetes oder zum Einfüllen vorbereitetes, nicht aber auf neues Öl.

Unter neuem Öl (§§ 3 ··· 8) ist ein Öl zu verstehen, wie es in Kesselwagen oder Eisenfässern von der Raffinerie angeliefert wird. Die Anlieferung darf nicht in Holzfässern erfolgen.

II. Bewertung.

§ 3.
Reinheit.

Das neue Öl soll in 10 cm Schicht durchsichtig und klar sein, keine festen Fremdstoffe enthalten und bei 20 ° keine Ausscheidungen zeigen.

§ 4.
Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht darf nicht mehr als 0,920 bei 20 ° betragen.

Bei Transformatoren und Schaltern, deren Ölinhalt sich auf Temperaturen unter 0 ° abkühlen kann, soll Öl mit einem spezifischen Gewicht von nicht mehr als 0,895 bei 20 ° verwendet werden; hierdurch soll erreicht werden, daß etwa sich bildendes Eis am Kessel-Boden bleibt.

§ 5.
Zähigkeit.

Die Zähigkeit darf folgende Werte nicht überschreiten:

Temperatur °	Zähigkeit E	c St
+ 20	8	61
+ 5	25	190
0	35	266
− 5	50	380

Der Wert der letzten Spalte stellt die kinematische Zähigkeit dar. Bezüglich der Umrechnung in dynamische Zähigkeit siehe Normblatt DIN DVM 3655.

[1] Angenommen durch die ..... 19...

Digitized by Google

§ 6.

Flammpunkt.

Der Flammpunkt, nach Marcusson-DVM (im offenen Tiegel) bestimmt, darf nicht unter 145 ° liegen.

§ 7.

Chemische Eigenschaften.

a) Der Gehalt an Asche darf bei neuem Öl 0,01 % nicht übersteigen.

b) Das neue Öl soll frei von Mineralsäure, Alkali und Salzen sein.

c) Die Neutralisationszahl darf bei neuem Öl 0,05 nicht übersteigen; bei im Gerät angeliefertem Öl sind um 0,03 höhere Werte zulässig.

d) Die Verseifungszahl darf bei neuem Öl 0,15 nicht übersteigen; bei im Gerät angeliefertem Öl sind um 0,05 höhere Werte zulässig.

e) Die Volumenzunahme dem neuen Öl zugesetzter konzentrierter Schwefelsäure darf 8 Vol.% nicht überschreiten.

§ 8.

Alterungsneigung.

a) Die Verteerungszahl des neuen Öles darf 0,1 % nicht überschreiten.

b) Das neue Öl soll nach 70-stündiger Erhitzung auf 120 ° unter Einleiten von Sauerstoff folgende Bedingungen erfüllen:

1. Es soll nach dem Erkalten vollkommen klar sein.
2. Es darf keinen benzinunlöslichen Schlamm enthalten.
3. Es dürfen beim Erhitzen mit der alkoholisch-wässerigen Natronlauge keine asphaltartigen Ausscheidungen entstehen.

§ 9.

Durchschlagsfestigkeit.

Die elektrische Festigkeit des dem im Betrieb befindlichen Transformator oder Gerät entnommenen Öles soll, gemessen nach den Prüfvorschriften, im Mittel 80 kV/cm nicht unterschreiten.

Ist die elektrische Festigkeit geringer, so muß das Öl gereinigt bzw. erneuert werden.

Die elektrische Festigkeit des getrockneten oder zum Einfüllen vorbereiteten Öles soll 125 kV/cm nicht unterschreiten.

Ergibt das Erhitzen des Öles im Reagenzglase auf rd. 150 ° das Vorhandensein von Wasser durch knackendes Geräusch, so erübrigt sich die Untersuchung der elektrischen Festigkeit; das Öl muß getrocknet werden.

§ 10.

Toleranzen.

Auf die in vorstehenden Regeln genannten Grenzwerte sind Toleranzen nicht anwendbar.

III. Prüfung.

§ 11.

Probeentnahme.

Siehe Normblatt DIN DVM 3651, Probenahme von ölartig-flüssigen, salbenartigen, breiartigen und fettartigfesten Stoffen.

§ 12.

Reinheit.

Zur Prüfung der Durchsichtigkeit blickt man waagerecht durch eine 10 cm starke Ölschicht gegen einen unmittelbar hinter der Probe befindlichen 1 mm starken, tiefschwarzen Strich auf weißer Fläche. Ist der Strich noch deutlich erkennbar, dann ist das Öl als durchsichtig zu bezeichnen.

Zur Prüfung auf Klarheit blickt man waagerecht durch eine 10 cm starke Ölschicht nacheinander gegen eine weiße, matte Fläche, gegen eine dunkle, matte Fläche und gegen grelles Licht (Sonnenlicht, stark leuchtende Lampe). Zeigen sich hierbei keine Trübungen, so ist das Öl als klar zu bezeichnen.

Feste Fremdstoffe wird man in der Regel schon bei der Prüfung auf Klarheit feststellen können. Im Zweifelsfalle mischt man in einem Reagenzglas 10 cm³ des gut durchgeschüttelten Öles mit der dreifachen Menge reinen Benzols. Zeigt sich nach dreistündigem Stehen im abgedeckten Reagenzglas kein Bodensatz oder beim Filtrieren der Lösung kein Filterrückstand, so gilt das Öl als frei von festen Fremdstoffen.

§ 13.

Spezifisches Gewicht.

Siehe Normblatt DIN DVM 3653, Spezifisches Gewicht, Dichte.

§ 14.

Zähigkeit.

Siehe Normblatt DIN DVM 3655, Zähigkeit (Viskosität)[1].

§ 15.

Flammpunkt.

Siehe Normblatt DIN DVM 3661, Flammpunkt im offenen Tiegel.

§ 16.

Chemische Eigenschaften.

a) Aschegehalt, siehe Normblatt DIN DVM 3657,

b) u. c) Neutralisationszahl[2], siehe Normblatt DIN DVM 3658,

d) Verseifungszahl, siehe Normblatt DIN DVM 3659.

e) Verhalten gegenüber konzentrierter Schwefelsäure.

Nachdem das zu prüfende Öl, die Schwefelsäure[3] und die zu verwendenden Geräte eine halbe Stunde bei einer Temperatur von 15 ··· 20 ° gestanden haben, saugt man mittels einer Pipette vorsichtig 10 cm³ Schwefelsäure an und gibt sie, ohne dabei die Innenwand oberhalb der 10 cm³-Marke zu berühren, in das Absitzgefäß, worauf der untere Meniskus mit dem Teilstrich 10,0 cm³ übereinstimmen muß. Dann schichtet man mit einer anderen Pipette in gleicher Weise vorsichtig 10 cm³ des zu prüfenden trockenen Öles auf.

Nun muß der untere Meniskus der gesamten Flüssigkeit bei 20,0 stehen. Die Absitzgefäße müssen 10 mm l. W. besitzen bei einer Toleranz von ± 0,5 mm, bei 20 ° geeicht sein, der ganzen Länge nach gleichen Querschnitt haben, von 0 (unten) bis 20 cm³ (oben) in 1/10 cm³ geteilt sein. Die eingeschliffenen Glasstopfen und die Gefäße müssen übereinstimmend numeriert sein. Der Raum über dem Teilstrich für 20,0 cm³ und dem oberen Gefäßrand muß 7 cm hoch sein.

Ist beim Arbeiten Schwefelsäure an die Glaswand über der Marke für 10 cm³ oder Öl an die Glaswand über der Marke für 20 cm³ gelangt, so muß bei aufgesetztem Glasstopfen so lange gewartet werden, bis der Flüssigkeitsspiegel nicht mehr steigt.

Nach Aufsetzen des Glasstopfens kippt man das Absitzgefäß abwechselnd je 50-mal nach unten und 50-mal nach oben um 180 °. Dann befestigt man das Gefäß in senkrechter Stellung an einem Stativ und wartet die Entmischung ab. Diese erfolgt in längstens 3 h und ist beendigt, wenn bei zwei im Abstand von 15 min vorgenommenen Beobachtungen keine Niveauänderung der Grenzschicht mehr festzustellen ist. Auf genaue Einhaltung der oben angegebenen Temperatur während des Versuches ist zu achten. Öle, die nicht scharf absetzen, erweisen sich in der Regel auch bei anderen Prüfungen als unbrauchbar.

Man bestimmt die Zunahme der Schwefelsäureschicht in Vol.-%, wie folgt:

Beispiel:

Grenzschicht nach Mischen und Absitzen bei 10,73 cm³, also Zunahme der Schwefelsäure 0,73 cm³,
demnach Schwefelsäurereaktion in Vol.-% das Zehnfache, also 7,3 Vol.-%.

§ 17.

Alterungsneigung.

a) Verteerungszahl. Es wird darauf hingewiesen, daß die Bestimmung der Verteerungszahl besonders schwierig ist und im Zweifelsfalle von einem Spezialchemiker ausgeführt werden muß. Die abgekürzte Bezeichnung für diese Methode ist: (70 h 120 ° O_2).

150 g des frischen, ungebrauchten, filtrierten Öles werden in einem 300 cm³ fassenden Erlenmeyer-Kolben (Schott & Gen., Jena) in einem Ölbade 70 h ununterbrochen unter gleichzeitigem Durchleiten von Sauerstoff auf 120 ° erwärmt. Das Niveau des Ölbades soll 5 mm höher als das des im Kolben befindlichen Öles sein. Der Sauerstoff passiert 2 Waschflaschen, von denen die erste mit Kalilauge (spez. Gewicht 1,32), die zweite mit konz. Schwefelsäure (spez. Gewicht 1,84) beschickt ist. (Die Waschflaschen sollen ein Fassungsvermögen von mindestens ¼ l bei hoher zylindrischer Form haben und etwa auf 1/5 ihrer Höhe mit der Waschflüssigkeit beschickt sein.) Die Erwärmung wird in einem zuverlässigen, regel-

[1] Bezüglich des Vogel-Ossag-Viskosimeters siehe „Die Ölbewirtschaftung" 1930, S. 30.

[2] An Stelle von reinem Alkohol, der nach DIN DVM 3658 vorgesehen ist, kann auch ein mit 1 % Petroleumbenzin vergällter Alkohol benutzt werden.

[3] (Sie muß bei einem spezifischen Gewicht von 1,84 einen Schwefelsäuregehalt von 96 ± 0,5 % haben.)

Digitized by Google

bar geheizten Ölbade ausgeführt. Die vorgeschriebene Temperatur ist in dem zu untersuchenden Öl zu überwachen. Das Ölbad ist mit einem Rührwerk auszustatten. Der Kolben ist durch einen Korkstopfen mit seitlicher Einkerbung zu verschließen, durch den das 1 ··· 2 mm über dem Boden des Kolbens mündende Einleitungsrohr führt (die lichte Weite des Einleitungsrohres soll genau 3 mm, die Anzahl der Blasen 2/s betragen).

Nach der geschilderten 70-stündigen Vorbehandlung werden 50 g des gut durchgerührten Öles in einem mit Rückflußkühler versehenen 300 cm³ fassenden Erlenmeyer-Kolben nach Zusatz einiger Siedesteine 20 min lang auf siedendem Wasserbade mit 50 cm³ einer Lösung erwärmt, die durch Auflösen von 75 g Ätznatron in 1 l dest. Wasser und durch Hinzufügen von 1 l 96%-igen Alkoholes[4] zu bereiten ist. Ohne den Rückflußkühler zu entfernen, wird hiernach das warme Gemisch 5 min lang kräftig geschüttelt, wobei der Kolben zweckmäßig mit einem Tuch umwickelt wird. Man überführt seinen Inhalt nach dem Erkalten in einen Scheidetrichter und läßt ihn über Nacht absitzen, da erst dann eine vollständige Trennung der Lauge vom Öl stattfindet. Zeigen sich nach dem Erwärmen mit der Lauge und dem Absitzenlassen an der Trennungsschicht von Öl und Lauge oder an den Wandungen des Scheidetrichters dunkelfarbige Ausscheidungen, so entspricht das Öl den Bedingungen nicht. Wenn keine Ausscheidungen vorhanden waren, wird nach eingetretener Schichtung ein möglichst großer Anteil der alkoholisch-wässerigen Lauge durch ein gewöhnliches Filter in einen Kolben filtriert. Von dem Filtrat werden 40 cm³ abpipettiert, in einem zweiten Scheidetrichter mit einigen Tropfen Methylorange versetzt und mit Salzsäure bis zur deutlichen Rotfärbung der Flüssigkeit angesäuert (hierzu sind etwa 6 cm³ Salzsäure vom spez. Gewicht 1,124 erforderlich). Nach dem Ansäuern werden 50 cm³ destilliertes Wasser zugesetzt; erst dann wird mit Benzol ausgeschüttelt, da in 50 %-igem Alkohol Benzol und mit ihm auch die darin gelösten Teerstoffe etwas löslich sind. Die durch das Ansäuern abgeschiedenen Teerstoffe werden in 50 cm³ reinem Benzol vom Siedepunkt 80 ··· 82 ° (das beim Eindampfen auf dem Wasserbade keine Spur eines Rückstandes hinterlassen darf) aufgenommen. Das Ausschütteln ist mit 50 cm³ Benzol in einem dritten Scheidetrichter noch einmal zu wiederholen.

Nach dem Ablassen der wässerigen Schicht wird der erste Benzolauszug im Scheidetrichter Nr. 3 mit dem zweiten Benzolauszuge vereinigt, wobei der Scheidetrichter Nr. 2 mit etwas Benzol nachzuspülen ist. Der Benzolauszug wird dann im Scheidetrichter Nr. 3 2-mal mit je 50 cm³ destilliertem Wasser sorgfältig ausgeschüttelt. Starkes Schütteln ist zu vermeiden, da sonst Emulsionsbildung eintritt. Wenn sich hierbei eine starke Emulsion bildet, setzt man nach Ablassen des klaren Teiles der Wasserlösung einige Tropfen Alkohol zu, so daß die Benzolschicht vollkommen klar bleibt.

Nach dem Ablassen der letzten sichtbaren Wasserreste wird die im Scheidetrichter zurückbleibende Benzollösung in einen Weithals-Stehkolben von 250 cm³ Inhalt (Schott & Gen., Jena) übergeführt, der zuvor mit einigen Siedesteinen gemeinsam auf der analytischen Waage gewogen wurde. Dieser Kolben wird mit einem tadellosen, gut ausgepreßten und von jeglichem Korkstaub befreiten, durchbohrten Korken, in dem ein möglichst direkt über ihm abgebogenes weites Dampfleitungsrohr steckt, das in einen Kühler mündet, verschlossen und mittels eines Ringes, der Einkerbungen zum Durchleiten des Wasserbaddampfes hat, auf das Wasserbad gestellt, Kolben und Ableitungsrohr werden dann mit einem oben geschlossenen Blechmantel überdeckt, der an einer Seite zur Durchführung des Ableitungsrohres geschlitzt ist. Das Wasserbad wird schließlich so stark erhitzt, daß die in den Blechmantel steigenden Dämpfe diesen und damit auch Kolben und Ableitungsrohr mit erwärmen und so jegliches Dephlegmieren der Benzoldämpfe verhindern. Nach dem Eindampfen wird etwas Alkohol (absoluter oder 96%-iger) zugegeben, um etwa vorhandenes Wasser zu verjagen, und der Kolben offen und liegend auf das mit gewöhnlichem Ringe versehene Wasserbad gestellt, so daß die schweren Dämpfe bequem abfließen können. Dann wird der Kolben in einem auf 105 ° eingestellten Trockenschrank 10 min lang getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Die gefundene Teermenge in g, mit 2,5 multipliziert, ergibt die prozentuale Verteerungszahl.

b) Schlammbildung. 10 cm³ des verteerten Öles werden mit 30 cm³ Normalbenzin versetzt. Nach 24stündigem Stehen wird festgestellt, ob sich Schlamm ausgeschieden hat. Im Zweifelsfalle ist durch ein geeignetes Filter (Schleicher & Schüll, Weißband 589) zu filtrieren. Ist in dem Kolben, in dem das Öl erhitzt wurde, schon ohne Benzinzusatz eine Schlammausscheidung zu bemerken, so ist das Öl von vornherein als unbrauchbar zu bezeichnen.

[4] An Stelle von reinem Alkohol kann auch ein mit 1% Petroleumbenzin vergällter Alkohol benutzt werden.

§ 18.

Durchschlagsfestigkeit.

a) Entnahme der Probe. Das zu untersuchende Öl soll dem Gerät (z. B. Transformator oder Ölschalter) möglichst an einer Stelle entnommen werden, die dem tiefsten unter Spannung stehenden Teil naheliegt. Die zur Entnahme der Probe dienenden Gefäße müssen peinlich sauber und trocken sein.

Die Temperatur des zu untersuchenden Öles soll 15 bis 25 ° betragen.

b) Elektrodenform und Abstände innerhalb der Prüfapparate. Als Elektroden werden Kupferkalotten von 25 mm Halbmesser nach Abbildung 1 gewählt.

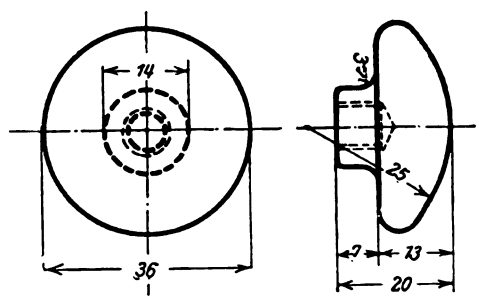


Abb. 1.

Der Abstand der Kalottenränder von der Gefäßwandung (Glas oder Porzellan) soll mindestens 12 mm betragen.

Bei Einführung beider Elektroden vom Ölspiegel aus soll der Mindestabstand zwischen den Zuleitungen 45 mm betragen. Die Zuleitungen selbst sollen einen Durchmesser von mindestens 5 mm haben.

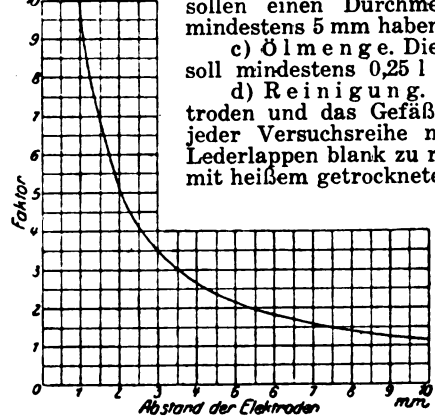


Abb. 2.

c) Ölmenge. Die Ölmenge soll mindestens 0,25 l betragen.

d) Reinigung. Die Elektroden und das Gefäß sind vor jeder Versuchsreihe mit einem Lederlappen blank zu reiben und mit heißem getrockneten Öl oder heißer Luft zu reinigen. Das gereinigte Gerät ist vor dem Versuch möglichst mit einem Teil des zu untersuchenden Öles auszuspülen.

e) Versuchsanordnung. Zwei Versuchsanordnungen sind zulässig:

α) Fester Elektrodenabstand. Der Abstand der Kalotten kann bei dieser Versuchsanordnung mindestens 2,5 mm betragen entsprechend einer Durchschlagsfestigkeit von rd. 125 kV/cm bei 30 kV Prüfspannung.

Die Spannung wird verändert entweder durch feinstufige Änderung der Erregung, falls ein besonderer Generator vorhanden ist, oder durch Regeln der vor die Niederspannungswicklungen des Transformators geschalteten Widerstände.

β) Veränderlicher Elektrodenabstand bei konstanter Spannung. Auf der Hoch-

Digitized by Google

spannungsseite soll ein fester Widerstand von etwa 30 000 Ω vorgeschaltet sein.

Der Prüftransformator soll bei beiden Versuchsanordnungen bei voller Erregung mindestens 30 kV auf der Hochspannungsseite geben. Die Leistung darf nicht weniger als 250 VA betragen. Bei größeren Transformatoren ist u. U. durch Vorschalten von Flüssigkeitswiderständen dafür zu sorgen, daß der Hochspannungsstrom beim Ansprechen der Funkenstrecke nicht mehr als 0,5 A beträgt. Zur Regelung oder Dämpfung sind nur Metall- oder Flüssigkeitswiderstände zulässig.

f) Verlauf der Untersuchung. Beim Eingießen des Öles sind Luftblasen nach Möglichkeit zu vermeiden, indem man das Öl an der Gefäßwand langsam herunterlaufen läßt.

Vor Anlegen der Spannung soll das Öl 10 min im Prüfgefäß ruhig stehen.

Die Regelung der Spannung bzw. des Elektrodenabstandes soll bis zum Durchschlag ungefähr 20 s erfordern. Die Spannung soll möglichst schnell nach dem Durchschlag abgeschaltet werden.

Im ganzen sind 6 Durchschlagsversuche anzustellen. Das Ergebnis des ersten Versuches darf zur Beurteilung des Öles nicht herangezogen werden. Maßgebend ist der Mittelwert der letzten 5 Durchschläge.

Nach jedem Durchschlag ist das Öl zwischen den Elektroden durch Umrühren mit einem reinen und trockenen Glasstäbchen zu erneuern.

Um die Durchschlagsfestigkeit in kV/cm zu ermitteln, ist bei Methode α der gefundene Mittelwert der Durchschlagspannung noch mit einem Faktor entsprechend Abb. 2 (z. B. bei 2,5 mm Elektrodenabstand mit dem Faktor 4) zu multiplizieren.

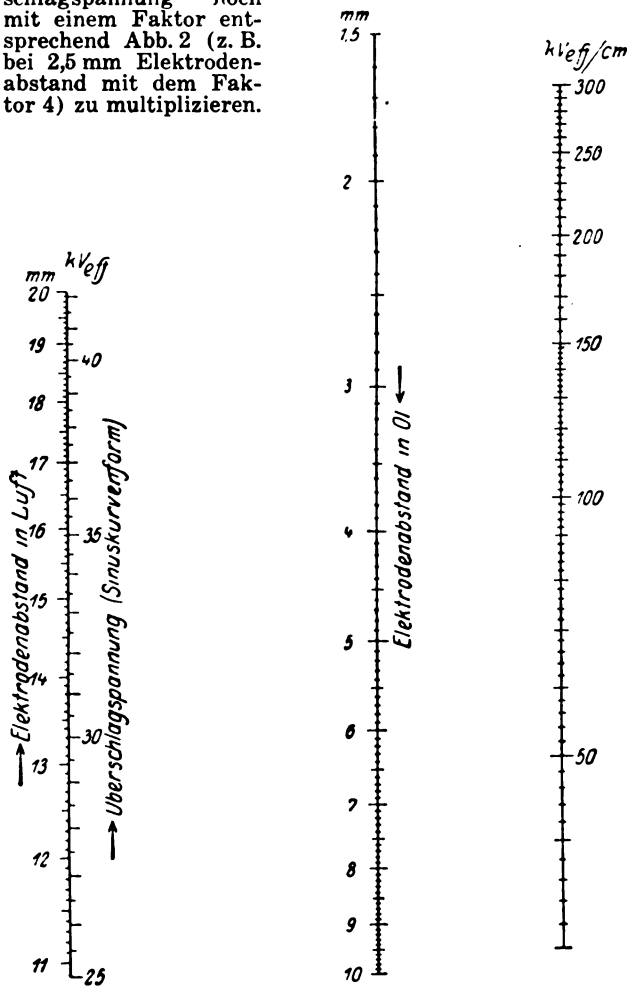


Abb. 3.

Bei Methode β ergibt sich der Faktor aus der Kurve in Abb. 2.

Zur Berechnung der Durchschlagsfestigkeit können auch mit Vorteil die in Abb. 3 und 4 dargestellten Fluchtlinientafeln Verwendung finden (siehe auch ETZ 1926, Heft 6, Seite 158). Für Luft beziehen sich diese Tafeln ebenfalls auf Vollkugeln oder Kugelkalotten von 25 mm Halbmesser.

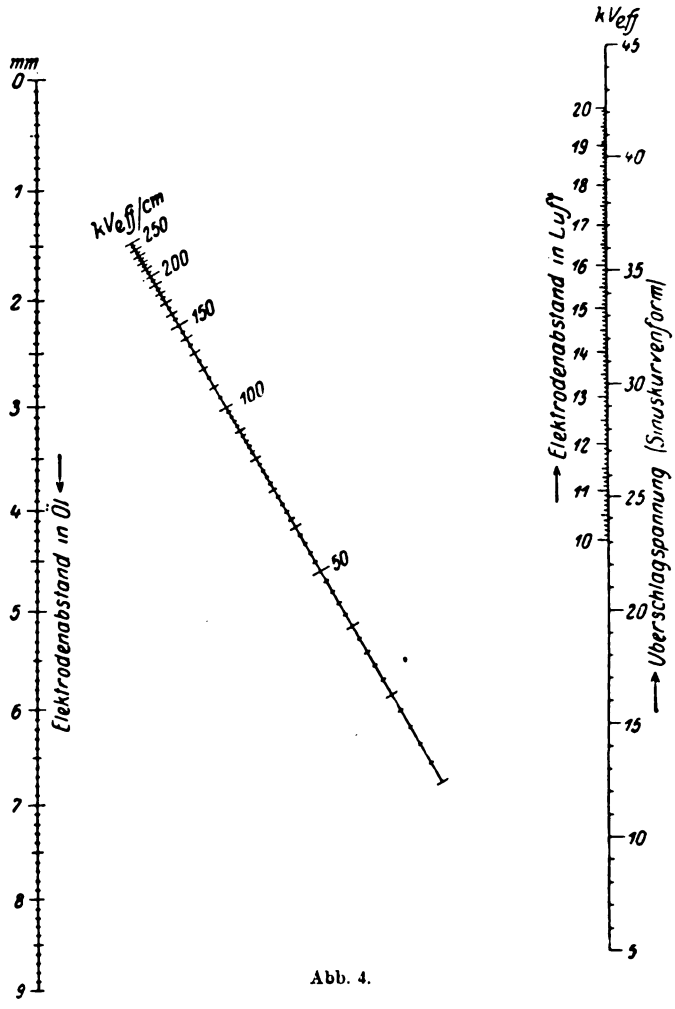


Abb. 4.

§ 19.

Toleranzen.

Siehe Normblatt DIN DVM 3652, Toleranz.

Kommission für Schaltgeräte.

Entwurf 1.

VDE 0663.

Leitsätze für Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.
§ 4. Einteilung der Schutzschalter.

III. Bestimmungen.

A. Stationsschutzschalter für Wechselstrom.

1. Bau.

§ 5. Ausführungen von Stationsschutzschaltern.
§ 6. Allgemeine Bestimmungen.
§ 7. Spannungen.
§ 8. Stromstärken.
§ 9. Stromstärken für die Überstromauslöser.
§ 10. Freiauslösung.
§ 11. Art der Abschaltung.
§ 12. Art der Auslösung.
§ 13. Überstromauslöser.
§ 14. Fehlerstromauslöser.
§ 15. Schaltfolge.
§ 16. Schaltleistung.
§ 17. Aufschriften.

Digitized by Google

2. Prüfung.
§ 18. Modell- und Stückprüfung.
§ 19. Prüfung der Überstromauslöser.
§ 20. Prüfung des Nulleiterauslösers.
§ 21. Prüfung des Fehlerstromauslösers.
§ 22. Schaltleistungsprobe.

B. Schutzschalter für Anschlußanlagen mit Gleich- und Wechselstrom.
1. Bau.
§ 23. Allgemeine Bestimmungen.
§ 24. Spannungen.
§ 25. Stromstärken.
§ 26. Stromstärken für Überstromauslöser.
§ 27. Freiauslösung.
§ 28. Art der Abschaltung.
§ 29. Art der Auslösung.
§ 30. Überstromauslöser.
§ 31. Fehlerstromauslöser.
§ 32. Überwachungseinrichtung.
§ 33. Schaltfolge.
§ 34. Schaltleistung der HS-Schalter.
§ 35. Abdeckung.
§ 36. Aufschriften.
2. Prüfung.
§ 37. Modell- und Stückprüfung.
§ 38. Prüfung der Fehlerstromauslöser.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft [1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für solche Schutzschalter, die den Zweck haben, gegen Gefährdung durch unzulässig hohe Berührungsspannung zu schützen, und zwar:

A. Stationsschutzschalter für Wechselstrom,
B. Schutzschalter für Anschlußanlagen mit Gleich- und Wechselstrom.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

1. Berührungsspannung ist die im Störungsfalle zwischen einem nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden leitfähigen Anlageteil (Metallteil) und der Erde auftretende Spannung, soweit sie von einem Menschen überbrückt werden kann.

2. Fehlerstromauslöser sind Vorrichtungen, die beim Auftreten einer unzulässig hohen Spannung gegen Erde den zugehörenden Schalter auslösen.

3. Auslösegrenzstrom eines Außenleiterauslösers (J_a) bzw. eines Nulleiterauslösers (J_{a_0}) ist die kleinstmögliche Auslösestromstärke und zwar bei Wärmeauslösern bei 20 ° Raumtemperatur.

4. Unter Abschaltstromstärke (J_{a_0}) des Nulleiterauslösers ist die Stromstärke zu verstehen, bei der die Auslösezeit aus nicht vorbelastetem Zustand 30 s beträgt und zwar bei Wärmeauslösern bei 20 ° Raumtemperatur.

§ 4.

Einteilung der Schutzschalter.

A. Stationsschutzschalter.

Stationsschutzschalter (ST-Schalter) sind Schutzschalter, die den Zweck haben, im nachgeordneten Netz das Bestehenbleiben einer unzulässig hohen Spannung gegen Erde zu verhindern.

B. Schutzschalter für Anschlußanlagen.

Schutzschalter für Anschlußanlagen sind Schutzschalter, die beim Auftreten einer unzulässig hohen Berührungsspannung in der Anschlußanlage die Fehlerstelle abschalten.

a) Hausanschlußschutzschalter (HS-Schalter) sind Schutzschalter, die geeignet sind, anstelle der Hausanschlußsicherung verwendet zu werden. Je nach ihrer Anwendung übernehmen sie den Schutz für die Gesamtanlage oder Teile der Anlage, soweit nicht der Schutz durch weitere Schutzschalter oder andere Schutzmaßnahmen erreicht wird.

b) Stromkreisschutzschalter (VS-Schalter) sind Schutzschalter, die geeignet sind, anstelle der Verteilungssicherungen oder an anderen Stellen hinter Hausanschluß-Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) verwendet zu werden. Sie übernehmen den Schutz für den gesamten Stromkreis oder einzelne Geräte, sofern nicht der Schutz durch weitere Schutzschalter oder andere Schutzmaßnahmen erreicht wird.

c) Trennschutzschalter (TS-Schalter) sind Schutzschalter, die geeignet sind, hinter Hausanschluß- oder Verteilungssicherungen an Stelle von Ausschaltern zu treten. Je nach ihrer Anwendung übernehmen sie den Schutz für die Gesamtanlage, einzelne Stromkreise oder Geräte.

d) Sonstige Schaltgeräte wie Motorschutzschalter, Sterndreieckschalter, Steckdosenschalter u. dgl. mit Fehlerstromauslösung übernehmen den Schutz für einzelne Geräte.

III. Bestimmungen.

A. Stationsschutzschalter für Wechselstrom.

1. Bau.

§ 5.

Ausführungen von Stationsschutzschaltern.

ST-Schalter werden ausgeführt:

a) Ohne Überstromauslöser in den Außenleitern:
1. mit Überstromauslöser im Nulleiter,
2. mit Fehlerstromauslöser,
3. mit Überstromauslöser im Nulleiter und Fehlerstromauslöser.

b) Mit Überstromauslösern in den Außenleitern:
1. mit Überstromauslöser im Nulleiter,
2. mit Fehlerstromauslöser,
3. mit Überstromauslöser im Nulleiter und Fehlerstromauslöser.

§ 6.

Allgemeine Bestimmungen.

ST-Schalter sind nach den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S." (VDE 0660/1928) zu bauen, soweit nicht im folgenden Abweichungen vorgesehen sind.

§ 7.

Spannungen.

Genormte Nennspannungen sind: 380 und 500 V.

§ 8.

Stromstärken.

Genormte Nennstromstärken sind: 60, 100, 200, 350 A.

§ 9.

Stromstärken für die Überstromauslöser.

Die Nennstromstärken der Überstromauslöser brauchen nicht der Tafel III der R.E.S. (VDE 0660/1928) zu entsprechen; sie sollen jedoch für die Außenleiter nicht unter 25 A, für den Nulleiter nicht unter 15 A liegen.

§ 10.

Freiauslösung.

ST-Schalter müssen Freiauslösung haben. Alle Auslöser des Schutzschalters müssen auf die Freiauslösung wirken.

§ 11.

Art der Abschaltung.

Bei ST-Schaltern muß bei Ansprechen des Überstromauslösers im Nulleiter oder des Fehlerstromauslösers die Abschaltung aller abschaltbaren Pole zwangsläufig erfolgen.

Auch bei Ausschaltung von Hand oder bei Ansprechen der Überstromauslöser in den Außenleitern soll die Abschaltung allpolig erfolgen, jedoch ist hierbei in Sonderfällen auch einzelpolige Abschaltung zulässig.

§ 12.

Art der Auslösung.

Sämtliche Auslöser mit Ausnahme der Kurzschlußauslöser sind mit Verzögerung zu versehen.

Nulleiterauslöser, Fehlerstromauslöser und Kurzschlußauslöser müssen unabhängig von der Höhe der Netzspannung auf die Freiauslösung wirken.

§ 13.

Überstromauslöser.

Überstromauslöser in den Außenleitern sind so zu bemessen, daß bei 20 ° Raumtemperatur und bei Belastung mit 5 % über Nennstrom eine Auslösung innerhalb 2 h nicht erfolgt; bei Belastung mit 20 % über Nennstrom soll der Schalter innerhalb dieser Zeit abschalten.

[1] Angenommen durch die . . . . . 19. . .

Digitized by Google

Überstromauslöser im Nulleiter sind so zu bemessen, daß das Verhältnis des Abschaltstromes zum Auslösegrenzstrom den Wert 1,75 (bei 30 s Auslösezeit, siehe § 20) nicht überschreitet.

§ 14.

Fehlerstromauslöser.

Fehlerstromauslöser von ST-Schaltern müssen verzögert auslösen.

§ 15.

Schaltfolge.

ST-Schalter mit abschaltbarem Nulleiter müssen zwangsläufig den Nulleiterkontakt später öffnen und früher schließen als die Außenleiterkontakte.

Sind ST-Schalter mit einer Anordnung versehen, welche den Fehlerstromauslöser beim Ausschalten abschalten, so muß die Schaltfolge so sein, daß der Fehlerstromauslöser später aus- und früher eingeschaltet wird als die Außenleiterkontakte.

§ 16.

Schaltleistung.

ST-Schalter mit Überstromauslösern in den Außenleitern müssen mindestens der Schaltleistungsgruppe II der R.E.S. (VDE 0660/1928) entsprechen.

Da ST-Schalter ohne Überstromauslöser in den Außenleitern zusammen mit vorgeschalteten Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder Überstromschalter) benutzt werden, ist die größte mit Rücksicht auf den Schalter und auf den Nulleiterauslöser zulässige Nennstromstärke sowie Art der Stromsicherungen auf dem Schalter zu vermerken.

§ 17.

Aufschriften.

Die Aufschriften der ST-Schalter müssen umfassen:

1. Ursprungs- oder Herkunftszeichen.
2. Fertigungs- oder Listennummer.
3. Nennspannung.
4. Nennstrom.
5. Auslösegrenzstromstärke und Abschaltstromstärke des Nulleiterauslösers.

2. Prüfung.

§ 18.

Modell- und Stückprüfung.

Die Modellprüfung wird nach den §§ 56 ··· 67, 69, 71, die Stückprüfung nach § 72 der R.E.S. (VDE 0660/1928) vorgenommen, soweit nicht durch diese Leitsätze Abweichungen und Ergänzungen bedingt sind.

§ 19.

Prüfung der Überstromauslöser.

Die Überstromauslöser der Außenleiter werden bei niedrigstem und höchstem Einstellstrom und, sofern eine Zeiteinstellung vorhanden ist, auch bei niedrigster und höchster Einstellung der Zeit geprüft. Die Prüfung von Wärmeauslösern findet aus „kaltem Zustand", d. h. ohne Vorbelastung des Wärmeauslösers bei einer Raumtemperatur von 20 ° ± 3 ° statt. Wärmeauslöser sind nach jeder Auslösung auf Raumtemperatur abzukühlen.

Bei der Prüfung müssen folgende Werte eingehalten werden, wobei „J_n" die Nennstromstärke des Auslösers bedeutet.

Auslösestrom	Auslösezeit
1,05 J_n	> 2 h
1,2 „	< 2 „

Weitere Prüfbestimmungen für Wärmeauslöser sind in Vorbereitung.

§ 20.

Prüfung des Nulleiterauslösers.

Der Nulleiterauslöser wird entsprechend § 19, Absatz 1, geprüft.

Bei der Prüfung müssen folgende Werte eingehalten werden:

Auslösestrom	Auslösezeit
1,75 J_{g_0}	< 30 s

Der Nulleiterauslöser ist auch bei der Prüfung der ST-Schalter mit Überstromauslösern in den Außenleitern und im Nulleiter [nach § 5 b) 1 und 3] auf Schaltleistung [gemäß R.E.S. § 71 (VDE 0660/1928)] mit dem dort angegebenen Prüfstrom zu prüfen (siehe § 22). Diese Prüfung des Nulleiterauslösers kann auch gesondert erfolgen.

§ 21.

Prüfung des Fehlerstromauslösers.

Der Fehlerstromauslöser ist zu prüfen, ob er bei langsam ansteigender Spannung genügend Kraft zur sicheren Auslösung hat. Sofern eine Zeiteinstellung vorhanden ist, ist die Prüfung bei der niedrigsten und bei der höchsten Zeiteinstellung vorzunehmen; Wärmeauslöser sind bei einer Raumtemperatur von 20 ° ± 3 ° zu prüfen.

Bei der Prüfung müssen folgende Werte eingehalten werden:

Vorschaltwiderstand	Spannung	Auslösezeit
0 Ω	40 V	unendlich
50 „	65 „	0,2 ··· 30 s
50 „	125 „	0,2 ··· 10 „

Nach 5 aufeinander folgenden Abschaltungen durch den Fehlerstromauslöser mit der 1,1-fachen Schalternennspannung darf der Fehlerstromauslöser keinen Schaden leiden. Der Fehlerstromauslöser muß mit der Auslösegrenzstromstärke ohne Schaden dauernd belastbar sein.

§ 22.

Schaltleistungsprobe.

Die Schaltleistungsprobe wird nach § 71 der R.E.S. (VDE 0660/1928) ausgeführt.

ST-Schalter, die nur Fehlerstromauslöser haben [nach § 5 c) 2], werden nach Tafel X der R.E.S. (VDE 0660/1928) als „Leistungsschalter jeder Art" geprüft.

ST-Schalter ohne Überstromauslöser in den Außenleitern [nach § 5 a) 1 und 3] werden bei niedrigster und höchster Stromeinstellung des Nulleiterauslösers und, sofern er mit Zeiteinstellung versehen ist, bei höchster Zeiteinstellung geprüft. Die Anordnung, bestehend aus Schalter mit den vorgeschalteten Schmelzsicherungen gemäß § 16, wird mit folgenden Prüfströmen bis zum Abschmelzen der vorgeschalteten Schmelzsicherungen belastet:

$$2\,J_{g_0} \qquad 4\,J_{g_0} \qquad 8\,J_{g_0} \qquad 16\,J_{g_0} \text{ usw.}$$

Nach jeder Auslösung sind der Nulleiterauslöser auf Raumtemperatur abzukühlen und die Sicherungen durch neue zu ersetzen. Nach diesen Prüfungen soll der Nulleiterauslöser und Schalter noch betriebsfähig sein.

ST-Schalter mit Überstromauslösern in den Außenleitern [nach § 5 b) 1, 2 und 3] müssen mindestens der Schaltleistungsgruppe II der Tafel X der R.E.S. (VDE 0660/1928) entsprechen.

Nach den Schaltleistungsversuchen sollen Schalter und Auslöser noch betriebsfähig sein.

B. Schutzschalter für Anschlußanlagen mit Gleich- und Wechselstrom.

1. Bau.

§ 23.

Allgemeine Bestimmungen.

Soweit im folgenden keine besonderen Bestimmungen angegeben sind, sind für

a) Hausanschlußschutzschalter die R.E.S. (VDE 0660/1928),
b) Stromkreisschutzschalter bis 25 A die „Leitsätze für Installations-Selbstschalter (VDE 0640/1930)", über 25 A die R.E.S. (VDE 0660/1928),
c) Trennschutzschalter die R.E.S. (VDE 0660/1928),
d) sonstige Schaltgeräte mit Fehlerstromauslösern die einschlägigen VDE-Bestimmungen maßgebend.

§ 24.

Spannungen.

Genormte Nennspannungen sind 250, 380 und 500 V.

§ 25.

Stromstärken.

Genormte Nennstromstärken sind 6, 10, 15, 25, 60 und 100 A.

§ 26.

Stromstärken für Überstromauslöser.

Genormte Nennstromstärken für die Überstromauslöser sind 6, 10, 15, 25, 35, 60 und 100 A, soweit es sich nicht um Überstromauslöser für den Schutz von Motoren und Geräten handelt, die den jeweiligen Betriebsverhältnissen entsprechend zu wählen sind.

§ 27.

Freiauslösung.

Die Schutzschalter für Anschlußanlagen müssen Freiauslösung haben. Alle Auslöser des Schutzschalters müssen auf die Freiauslösung wirken.

Digitized by Google

§ 28.

Art der Abschaltung.

Bei den Schutzschaltern für Anschlußanlagen müssen alle Leiter abschaltbar sein, also auch etwa vorhandene Nulleiter.

Bei den Schutzschaltern ohne Überstromauslösung muß die Abschaltung aller Pole zwangsläufig erfolgen.

Bei 3- und 4-poligen HS-Schaltern und VS-Schaltern mit Überstromauslösern in den Außenleitern ist in Sonderfällen einzelpolige Abschaltung beim Ansprechen dieser Überstromauslöser zulässig.

Beim Ansprechen der Fehlerstromauslösung muß stets allpolige Abschaltung erfolgen.

§ 29.

Art der Auslösung.

Bei HS-Schaltern sind die Überstromauslöser mit Ausnahme der Kurzschlußauslöser mit Verzögerung zu versehen.

Fehlerstromauslöser und Überstromauslöser müssen unabhängig von der Höhe der Netzspannung auf die Freiauslösung wirken.

§ 30.

Überstromauslöser.

Schutzschalter für Anschlußanlagen mit Überstromauslösung müssen in sämtlichen Spannung gegen Erde führenden Polen je einen Überstromauslöser haben.

§ 31.

Fehlerstromauslöser.

Fehlerstromauslöser von Schutzschaltern für Anschlußanlagen müssen unverzögert auslösen.

§ 32.

Überwachungseinrichtung.

Die Schutzschalter müssen mit einer Überwachungseinrichtung versehen sein, die mit Hilfe der Netzspannung gegen Erde jederzeit die Wirksamkeit des Schutzschalters nebst der zugehörenden Erdungsanlage zu prüfen gestattet.

Wird ein Fehlerstromauslöser verwendet, bei dem bei der Betätigung der Überwachungseinrichtung die Schutzleitungen vorübergehend unterbrochen werden, so muß nach Freigabe der Überwachungseinrichtung die Verbindung des Fehlerstromauslösers mit der Schutzleitung selbsttätig wieder hergestellt werden.

Die Überwachungseinrichtung soll derart doppelpolig ausgebildet sein, daß sie die Überwachung auch dann gestattet, wenn einer der zur Prüfung vorgesehenen Pole keine Spannung gegen Erde hat.

§ 33.

Schaltfolge.

Schutzschalter für Anschlußanlagen mit abschaltbarem Nulleiter müssen zwangsläufig den Nulleiterkontakt später öffnen und früher schließen als die Außenleiterkontakte.

§ 34.

Schaltleistung der HS-Schalter.

HS-Schalter müssen mindestens der Schaltleistungsgruppe II der R.E.S. (VDE 0660/1928) entsprechen.

§ 35.

Abdeckung.

Schutzschalter für Anschlußanlagen sollen nach Schutzart S 3 abgedeckt sein, sofern der Verwendungszweck nicht eine höhere Schutzart erforderlich macht.

Bei HS-Schaltern sollen der Schalterraum (Raum für Schaltmechanismus und Auslöser) und Anschlußraum getrennt voneinander plombierbar sein. Die Befestigungslöcher für die Anbringung des Schalters müssen außerhalb des Schalterraumes liegen.

§ 36.

Aufschriften.

Die Aufschriften der Schutzschalter für Anschlußanlagen müssen umfassen:

1. Ursprungs- oder Herkunftszeichen.
2. Fertigungs- oder Listennummer.
3. Nennspannung.
4. Nennstrom.

2. Prüfung.

§ 37.

Modell- und Stückprüfung.

Schutzschalter für Anschlußanlagen sind nach den Prüfbestimmungen für die entsprechenden Gerätegruppen gemäß § 23 zu prüfen, sofern nicht durch diese Leitsätze Abweichungen und Ergänzungen bedingt sind.

§ 38.

Prüfung der Fehlerstromauslöser.

Der Fehlerstromauslöser muß bei folgenden Werten sicher auslösen:

Vorschaltwiderstand	Spannung
200 Ω	22 ± 2 V
800 „	< 65 „

und zwar:

1. Wenn die Fehlerspannung bei voll eingeschaltetem Schutzschalter plötzlich eingeschaltet wird;
2. wenn bei voll eingeschaltetem Schutzschalter die Fehlerspannung langsam auf obige Werte gebracht wird;
3. wenn beim Berühren der Schaltstücke die Fehlerspannung langsam auf obige Werte gebracht wird.

Bei 30 V Fehlerspannung und 200 Ω Widerstand darf die Schaltzeit nicht mehr als 0,1 s betragen.

Nach 5 aufeinander folgenden Abschaltungen durch den Fehlerstromauslöser mit der 1,1-fachen Schalternennspannung darf der Fehlerstromauslöser keinen Schaden leiden. Der Fehlerstromauslöser muß mit seiner Auslösegrenzstromstärke ohne Schaden dauernd belastbar sein.

25-jähriges Bestehen des Elektrotechnischen Vereins am Niederrhein.

Am 1. IV. 1933 beging der Elektrotechnische Verein am Niederrhein in Krefeld die Feier seines 25-jährigen Bestehens unter Teilnahme von fast 200 Gästen und Mitgliedern. Die Vertreter der verschiedensten für die Elektrotechnik interessierten Behörden, wie Reichspost, Gewerbeaufsicht im Bergbau und Hüttenwesen, in Dampfkesselanlagen, allgemein in der Industrie usw., waren zahlreich erschienen und wurden vom Vorsitzenden, Herrn Oberingenieur Rollwagen, in seiner Eröffnungsansprache neben dem Vertreter des VDE, Herrn Generalsekretär Schirp, und den Vertretern des Elektrotechnischen Vereins des Bergischen Landes, Herrn Max Viertel, sowie des Elektrotechnischen Vereins Düsseldorf, Herrn Bluhm, herzlich begrüßt. Herr Rollwagen schilderte die Entwicklung des Vereins und hob hierbei besonders die großen Verdienste seines Gründers und ersten Vorsitzenden, Herrn Beigeordneten Oberbaurat Lubszynski, für den Verein hervor, der unter dem Beifall der Anwesenden und der Überreichung einer Urkunde zum Ehrenmitglied des Vereins ernannt wurde.

Herr Schirp überbrachte als erster Redner dem Elektrotechnischen Verein am Niederrhein die Grüße und Wünsche des Verbandes, worauf eine Reihe Vertreter der eingeladenen Gäste zu Worte kamen. In einer launigen Erinnerung gedachte Herr Beigeordneter Oberbaurat Lubszynski als Festredner der Entwicklung der Elektrotechnik am Niederrhein, womit er die Anwesenden ausgezeichnet unterhielt. Ein gemeinsames Abendessen vereinte die Teilnehmer, denen noch künstlerische Unterhaltung geboten wurde.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:

P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 20. IV. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik (Eing. Bahnhofseite), Hörsaal 199: Lichtbildervortrag Dr. Köppen, Berlin, „Dieselelektrische Fahrzeugantriebe".

Thüringer Elektrotechn. Verein, Erfurt (gemeinsam mit dem VDI). 21. IV. 1933, abds. 8 h, Restaurant Münchener Bürgerbräu: Vortrag Dr.-Ing. A. Jaensch, Dresden, „Der neuzeitliche Käfigmotor und seine verschiedene Anwendbarkeit".

Elektrotechn. Verein Hamburg. 19. IV. 1933, abds. 7½ h, Aula der Techn. Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24: Vortragsabend über Elektrowärme.

Elektrotechn. Verein Leipzig. 19. IV. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal des Grassimuseums, Eing. Rabensteinplatz: Licht-

Digitized by Google

bildervortrag und Filmvorführung über die Entwicklung und den heutigen Stand des el. Schweißens.

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 19. IV. 1933, abds. 8 h, Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. H. Frühauf, „Die neuere Entwicklung der Radiotechnik".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und deren praktische Bedeutung.

Zu dem Vorschlag des Herrn Prof. Dr. LEITHÄUSER in ETZ 1932, S. 937, zur Festsetzung der Ausgangsleistung von Verstärkern möchte ich folgendes bemerken. Der obengenannte Aufsatz legt die Formeln des Herrn RADT[1] bzw. des Herrn BARTELS[2] zugrunde. Diese Formeln haben aber nur insofern Bedeutung, als sie die Wege zeigen, die zur Erlangung einer maximalen Ausgangsleistung zu gehen sind. Für die praktische Festsetzung der Ausgangsleistung einer Verstärkerröhre dagegen sind sie so ohne weiteres nicht maßgebend. Die angeführten Formeln $N = \frac{U^2}{32\,R_i}$ und $N = \frac{U^2}{16\,R_i}$ ergeben Werte, die, wie ich in der Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 373 (1931), zeigte, etwa doppelt so groß sind wie die tatsächlich erhaltenen. Der Fehler der vorstehend angeführten Formeln besteht darin, daß sie die Röhrenkennlinie als Gerade voraussetzen, die sie aber in Wirklichkeit gar nicht ist! Dadurch, daß die Kennlinie A (Abb. 1) vom Verrieglungspunkt P aus als Gerade aufgefaßt wird, ergibt sich ein Kurzschlußstrom bei der Gitterspannung Null zu I_{a_0}, der aber tatsächlich niemals erreicht wird. Der wirklich erreichbare Kurzschlußstrom ist dagegen nur I'_{a_0}, also wesentlich kleiner als der angenommene. Damit ist die tatsächliche Leistung einer Ausgangsröhre weit kleiner als die nach den vorstehenden Formeln berechnete. Formt man die angeführten Formeln auf $\frac{I^2_{a_0}}{32} R_i$ bzw. $\frac{I^2_{a_0}}{16} R_i$ um und führt für den angenommenen Kurzschlußstrom I_{a_0} den tatsächlichen I'_{a_0} ein, dann ergeben sich Formeln, die mit der Messung gut in Einklang stehen. Die Abweichung der angezogenen Formeln von den praktisch richtigen beläuft sich, wie ich in der Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 373, zeigte, für die RE 604 auf rd. 100 %. Dieser Fehler ist so groß, daß er bei der Normung der maximalen Ausgangsleistung unbedingt berücksichtigt werden muß. Ich schlage dazu vor, die maximale Ausgangsleistung für die widerstandsbelastete bzw. für die mit einem Ausgangstransformator belastete Endstufe entsprechend den angeführten Formeln folgendermaßen festzusetzen:

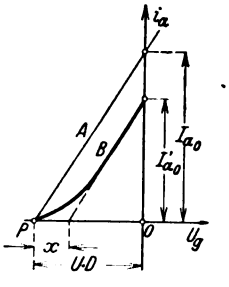


Abb. 1.

$$N = \frac{I'^2_{a_0}}{32} R_i \text{ bzw. } N = \frac{I'^2_{a_0}}{16} R_i,$$

oder wenn aus praktischen Gründen lieber die Anodenspannung verwendet werden sollte,

$$N = \frac{\left(U - \frac{X}{D}\right)^2}{32\,R_i} \text{ bzw. } N = \frac{\left(U - \frac{X}{D}\right)^2}{16\,R_i}.$$

Der Spannungswert X ist aus der Gitter-Anodenstrom-Kennlinie, wie nebenstehend gezeigt, zu entnehmen.

Berlin-Pankow, 29. X. 1932. Josef Kammerloher.

Erwiderung.

In meiner Arbeit über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und ihre praktische Bedeutung habe ich die Formeln des Herrn RADT bzw. des Herrn BARTELS für die Ausgangsleistung zugrunde gelegt. Diese Formeln gehen von der Röhrenkennlinie aus, die sie als Gerade voraussetzen. Es ist für jeden im Röhrengebiet arbeitenden ohne weiteres verständlich, daß man diese Annahme machen darf. Ebenso ist es begreiflich, daß es darauf ankommt, in welcher Weise diese Gerade gelegt werden muß, damit sie die praktischen Werte wiedergibt.

Man kann jedoch bei den angeführten Formeln $N = \frac{U^2}{32\,R_i}$ und $N = \frac{U^2}{16\,R_i}$ ohne weiteres die richtigen Werte der Ausgangsleistung erhalten, wenn man innerhalb derselben für den Wert des inneren Widerstandes R_i den erforderlichen Wert einsetzt. R_i ist in der Formel nicht derjenige Wert, der sich aus dem steilen Teil der Kennlinie ergibt, sondern derjenige Widerstand, der durch das Arbeitsgebiet der Röhre, in der Nähe des Arbeitspunktes, gegeben ist. Der R_i-Wert, welcher aus dem steilen Teil der Kennlinie sich ergibt, ist meistens nur derjenige, welcher aus propagandistischen Gründen in den Werbeschriften zu finden ist. Bei Verwertung dieser letzteren Zahlen findet man falsche Leistungen. Der einzusetzende Wert von R_i in der Nähe des Arbeitspunktes ist meist doppelt so groß wie der aus dem steilen Teil der Kennlinie entnommene.

Daß in den oben angeführten Arbeiten unter R_i der eben erwähnte Betriebswiderstand verstanden ist, geht besonders aus der BARTELSschen Arbeit hervor (Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 6, S. 9 [1929]), wo mit R_i der innere Wechselstromwiderstand der Röhre bezeichnet wird.

Berlin, 3. I. 1933. G. Leithäuser.

[1] Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 22 (1926).
[2] Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 6, S. 9 (1929).

Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohleherd[1].

Da der Verfasser obigen Artikels bisher anonym schrieb, erübrigt es sich, auf seine Erwiderung weiter einzugehen. Nur das eine sei festgestellt: er bezweifelt zwar die von mir angegebenen Äquivalenzziffern, vermag seine Ansicht aber nicht durch einen Gegenbeweis, sondern nur durch eine Vermutung zu belegen. Der Unterzeichnete ist jedoch jederzeit bereit, seine Angaben durch zahlreiche Beweise aus der Praxis zu belegen.

Berlin, 20. I. 1933. Dittler.

Hierzu geht uns seitens des Verfassers folgende Erwiderung zu:

Der Verfasser der Veröffentlichung „Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohlenherd" hat seine Auffassung hinsichtlich der von Herrn DITTLER angegebenen Äquivalenzziffern bereits in seiner Erwiderung H. 50 der ETZ zum Ausdruck gebracht, so daß es sich erübrigt, erneut auf diese Fragen einzugehen, u. zw. um so weniger, als die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Küche nicht durch die angegebenen Zahlen (denn nur in diesem Zusammenhange kommt ihnen doch Bedeutung zu) allein bestimmt wird.

Wir schließen hiermit diese Erörterung. D. S.

[1] Vgl. Briefwechsel ETZ 1932, S. 1215.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das elektrische ABC. Ein Ratgeber fürs Haus. Von Dr.-Ing. H. F. Mueller. Mit zahlr. Abb. u. 111 S. in 8°. M. Krayn, Techn. Verlag G. m. b. H., Berlin 1930. Preis kart. 1,70 RM.

In leichtem Plaudertone, unterstützt durch zahlreiche gute Abbildungen der neuesten Geräte, hat es der Verfasser verstanden, die Aufgabe, die er sich gestellt, erfolgreich zu lösen. Besonders dankenswert ist es, daß bei der Besprechung der einzelnen Haushaltgeräte stets auch die Angaben über den ungefähren Anschaffungspreis, die Wattaufnahme und die Kosten einer Betriebstunde bei Preisen von 50 und 20 Pf/kWh gemacht sind. Sehr wünschenswert wäre es, wenn in weiteren Auflagen noch mitgeteilt würde, wie lange in einer Familie von bestimmter Kopfzahl in einem Monat oder einem Jahr die einzelnen Geräte benutzt zu werden pflegen. An Hand der zahlreich vorliegenden statistischen Erhebungen dürfte man heute zuverlässige Mittelwerte angeben können; ihre Kenntnis ist erforderlich, um ein Bild darüber zu gewinnen, ob die Anschaffung eines Gerätes für einen Haushalt von bestimmten Ausmaßen und Lebensführung nicht nur der Bequemlichkeit dient, sondern sich auch als wirtschaftlich erweist.

Bei Angabe der Anschaffungskosten müßten auch billigere Ausführungen, natürlich nur so weit sie sich praktisch bewährt haben, Berücksichtigung finden; so gibt es heute für kleinere Familien durchaus genügende gute Staubsauger, die weit weniger kosten, als der in dem Buch aufgeführte. B. Thierbach.

Digitized by Google

Practical cable jointing. Herausg. v. W. T. Henley's Telegraph Works Co. Ltd., Holborn Viaduct, London E. C. 1. 1932. Mit 332 Abb. i. Text, XVI u. 215 S. in kl. 8°. Zu bez. dch. d. Herausgeber. Preis geb. 5/— s.

Das von der bekannten englischen Kabelfirma W. T. Henley's Telegraph Works Co. Ltd., London, herausgegebene Buch gibt in 322 Abbildungen eine erschöpfende Darstellung aller Handhaben und Maßnahmen, die bei der Montage von Kabelmuffen, Endverschlüssen, Hausanschlüssen und Sicherungskästen zu beachten sind. Die Ausstattung ist mustergültig, die Auswahl der Abbildungen, die sich naturgemäß auf Fabrikate der Firma Henley beschränkt, so gewählt, daß das Buch für alle Monteure und Betriebsingenieure eine überaus lehrreiche Darstellung der Kabelmontage bildet. Apt.

Grenzgebiete der technischen und physikalischen Mechanik (Bd. 7, Lief. 3 des Handb. d. physikal. u. techn. Mechanik). Herausg. v. Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. W. Hort unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgelehrten. Mit 124 Abb. i. Text, VII u. 323 S. in gr. 8°. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1930. Preis geh. 45 RM.

Die vorliegende Schlußlieferung von Band VII enthält die folgenden, im wesentlichen Fragen der physikalischen Chemie behandelnden Abschnitte: Bennewitz, Konstitution der Materie; Bennewitz, Chemische Statik und Kinetik; Blüh, Adsorption; Berl und Andress, Die technischen Adsorptionsmittel und ihre Anwendung; Berl und Schmitt, Der Flotationsprozeß; Fürth, Diffusion ohne Scheidewände; Fürth, Osmose (Diffusion durch Scheidewände); Berl und Andress, Technische Anwendung der Elektro-Osmose; Fürth, Lösungen; Auerbach, Elektro- und Magnetomechanik.

Von einigen Schönheitsfehlern abgesehen, können die vorliegenden Abschnitte als durchaus gelungen bezeichnet werden. Sie gehen vielfach über das Lehrbuchmäßige erheblich hinaus, gestatten es aber auch dem Nichtfachmann, sich in kurzer Zeit einen Überblick des betreffenden Gebietes zu verschaffen. Gelegentlich wären reichere Literaturangaben vielleicht erwünscht gewesen. Die straffe Gliederung des Stoffes innerhalb der Einzelkapitel erleichtert die Verwendung des empfehlenswerten Buches wesentlich. Karl Söllner.

Elektrotechnická ročenká ESČ 1932. Von Ing. B. Pařez, herausg. v. Elektrotechnicky Svaz Československy, Prag. Mit Abb. u. Diagrammen, 1 farb. Karte. 307 S. in 4°. Preis geb. 200 Kč.

Der vorliegende 7. Band dieses vom tschechoslowakischen Elektrotechniker-Verband (abgekürzt (ESČ) herausgegebenen Jahrbuches bringt zunächst einen eingehenden Tätigkeitsbericht des Verbandes, Mitteilungen über seine Organisation und bisherige Entwicklung sowie über die von ihm oder mit seiner Unterstützung herausgegebenen zahlreichen literarischen Veröffentlichungen. Bemerkenswert sind hier besonders die von den zahlreichen Kommissionen des ESČ geleisteten Normungsarbeiten. Das Buch gibt Aufschluß über die Organisation und Entwicklung der tschechoslowakischen Elektrizitätsversorgung, der Elektroindustrie und des Elektrohandels. Diesem Thema sind auch eine Reihe von Originalaufsätzen gewidmet, welche von auf den betreffenden Fachgebieten tätigen Fachleuten herrühren. Das Buch enthält eine bis Ende 1931 ergänzte Statistik der Elektrizitätswerke mit allen näheren Angaben über dieselben sowie eine Abhandlung, welche sich mit der Auswertung derselben näher beschäftigt.

Aus dem Inhalt sind noch zu erwähnen: Ein umfangreiches Verzeichnis aller elektrisierten Gemeinden sowie Elektrizitätsgenossenschaften, Berichte über Entwicklung und gegenwärtigen Stand des Fernsprechwesens und des Rundfunks sowie ein ausführlicher Bezugsquellennachweis und Anschriftenverzeichnis. Eine beigegebene, von Ing. Tomanek entworfene Landkarte läßt die territoriale Verteilung der sogen. „gemeinnützigen" Elektrizitätswerke (21 an der Zahl), an denen der Staat mit einer Quote finanziell beteiligt ist (und welche sich in der tschechoslowakischen Elektrizitäts-Gesetzgebung und bei der Besteuerung einer besonderen Begünstigung erfreuen) sowie der hierin etwa zurückgesetzten privaten und kommunalen Werke erkennen. Die Versorgungsgebiete der letzteren erstrecken sich hauptsächlich über ganz Nord- und Nordwestböhmen. Das in tschechischer Sprache abgefaßte Buch ist sicher gut geeignet, über die aufstrebende Entwicklung des tschechoslowakischen Elektrizitätswesens und seinen gegenwärtigen Stand eingehend zu unterrichten. Ing. G. W. Meyer, Bodenbach.

Eingegangene Doktordissertationen.

Erich Schulz, Über den Verlauf von Erzeugung und Belastung im öffentlichen Heizkraftwerk. T. H. Berlin 1930. (Erscheint gleichzeitig in erweiterter Form auch als Abschnitt im Buch des Verfassers: Öffentliche Heizkraftwerke. Verlag Julius Springer, Berlin.)

Thomas Wirth, Beitrag zur Berechnung künstlich belüfteter Rückkühlwerke, T. H. Hannover 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften. — Wie die Jahresabschlüsse der deutschen Elektrizitätswerke und der elektrotechnischen Industrie wollen wir auch die Abschlüsse der deutschen Elektrizitäts-Holdinggesellschaften in einem einheitlichen Bilanzschema darstellen, das einen Vergleich der Werte der einzelnen Gesellschaften sowohl untereinander als auch im Ablaufe der einzelnen Geschäftsjahre gestattet. Wir bringen hier die erste derartige Aufstellung und bitten auch an dieser Stelle die Verwaltungen der Gesellschaften, unsere Bestrebungen durch fortlaufende Übersendung ihrer Geschäftsberichte zu unterstützen. Die Schriftleitung.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher Elektrizitäts-Holdinggesellschaften.

Werte in 1000 RM.

(Die fettgedruckten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1931 bzw. 1931/32.
Die *schräg*gedruckten Zahlen beziehen sich auf das Jahr 1930 bzw. 1930/31.)

Name der Gesellschaft	I. Elektra AG., Dresden	II. AG. Thüringische Werke, Weimar	III. Bank elektrischer Werte AG., Berlin[5]	IV. Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.[5]
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen . .	—	251	—	602
	—	*262*	—	*649*
II. Effekten und Beteiligungen[1]	28 921	20 399	28 377	31 873
	29 603	*17 900*	*29 664*	*30 043*[9]
III. Umlaufsvermögen				
1. Forderungen				
a) an abhäng. u. Konzernges. .	88		773	8 700[10]
	538	123	—[6]	*9 042*[10]
b) an sonstige Schuldner . .	18	*80*	149	293
	682		*1 660*[6]	*409*
2. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	127	8	1 135	3 219
	668	*1*	*4 094*	*8 172*
Summe III	233	131	2 057	12 212
	1 888	*81*	*5 754*	*17 623*
1931 gegen Vorjahr in % .	— 87,6	+ 61,8	— 64,3	— 30,5
B. Passiva				
I. Grundkapital . . .	15 000	11 000	24 200	22 000[11]
	15 000	*11 000*	*24 200*	*22 000*[11]
II. Reservefonds . . .	3 500	261	4 100	1 911
	3 500	*261*	*4 100*	*1 811*
III. Unterstützungsfonds	182	—	—	—
	176	—	—	—
IV. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreib., langfr. Darlehen .	124	7 711[8]	—	11 333
	125	*6 967*	*5 547*	*11 392*
2. gegenüber abhängigen u. Konzerngesellschaften . .	7 525			1 946
	7 620	1 674	1 915	*2 165*
3. sonstige	1 190	*2*	*1 325*	6 318
	3 142			*11 158*
Summe IV	8 839	9 385	1 915	19 597
	10 887	*6 969*	*6 872*	*24 715*
1931 gegen Vorjahr in % .	— 18,6	+ 34,5	— 72,1	— 20,7
Bilanzschlußzahl	29 155	20 781	30 434	45 663
	31 491	*18 243*	*35 418*	*50 649*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	311	26	—	316
	865	*4*	—	—
II. Zinsen	542	497[4]	139	632
	—	*4,5*	*277*	*687*
III. Abschreibungen auf Beteiligungen . . .	2 790	282	1 280	—
	1 476	*306*	*1 800*	—
IV. Jahresreingewinn[5] .	1 506	122	27	2 024
	1 806	*11*	*161*	*1 993*
V. Dividende	10%	—	4½%[7]	10%
	12%	—	*4½%*[7]	*10%*
VI. Jahresreinverlust[5]. .	—	—	—	—
	—	—	—	—

Digitized by Google

Anmerkungen:

1 Eine Trennung in Dauerbeteiligungen und vorübergehende Geldanlagen (Effekten) ist nicht möglich, da die Posten noch vielfach zusammengezogen werden.
2 Ohne Vorjahresvortrag.

Aus den Geschäftsberichten für 1931 bzw. 1931/32

Zu I. Elektra AG.

Beteiligungen 1931

a) Elektrizitätswerke	Stromabgabe in Mill kWh		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Siegmar a)	124,1	116,3	6	6
Landkraftwerke Leipzig AG., Kulkwitz b)	88,5	79,8	6½	5½
Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig c)	245,5	224,5	10	6½
Elektrizitätswerke-Betriebs A. G., Riesa	2,7	2,1	12	10
Großröhrsdorfer Elektrizitätswerk G. m. b. H., Großröhrsdorf	8,3	7,8	10	8
Kraftwerk Sachsen-Thüringen AG., Auma	16,9	15,4	5½	3
Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben	20,4	19,0	10	9½
Thüringische Elektrizitäts- und Gaswerke AG., Apolda	4,8	4,7	9	8½
Elektrische Licht- u. Kraftanlagen G. m. b. H., Nixdorf/Tschechoslowakei	2,4	2,3	0	10

b) Straßenbahnen	beförd. Personen in 1000		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
Kraftwerk und Straßenbahn Gera AG., Gera	4 837	4214	8½	7
Stromabgabe (in Mill kWh)	13,7	12,1	—	—
Sächsische Elektrizitätswerk u. Straßenbahn AG., Plauen	12 053	9334	10	8
Leipziger Außenbahn AG., Leipzig	3 684	3057	4½	4½

Von weiteren Beteiligungen seien noch genannt die bedeutenden Gasversorgungsunternehmungen: Landesgasversorgung Sachsen AG., Leipzig, und Gasversorgung Ostsachsen AG., Dresden (Beteiligung 28,2 %), ferner die Elektrochemische Gesellschaft m. b. H., Hirschfelde i. Sa.

Der Besitz an Aktien der Thüringischen Landeselektrizitätsversorgungs-AG., „Thüringenwerk", Weimar, ist an die AG. Sächsische Werke, Dresden, abgegeben worden.

Höhe der Beteiligung: a) 50 % Rest bei Elektricitäts-Lieferungs AG., Berlin; b) 30,3 %; c) Beteiligung vergrößert durch Zukauf weiterer Stamm-A. und durch Erwerb von 55 % der Vorzugs-A. Der andere Großaktionär ist die Preußische Elektrizitäts AG., Berlin.

Zu II. AG. Thüringische Werke

Anmerkungen:

3 Einschl. Bankkredit.
4 Einschl. Provisionen.

Beteiligungen 1931

	Stromabgabe in Mill kWh		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
AG. Obere Saale d)	im Bau		—	—
Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs AG., „Thüringenwerk", Weimar e)	105,7	111,0	4	4
Werrakraftwerke AG., Weimar e)	4,7	5,3	4	4
Kraftwerk Thüringen AG., Gispersleben f)	20,4	19,0	10	9½
Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt g)	50,2	45,9	5	5

Die Gesellschaft kontrolliert außerdem die beiden elektrischen Kleinbahnen Schleizer Kleinbahn AG., Weimar, und die

Oberweißbacher Bergbahn AG., Lichtenhain, und ist ferner an der

Gasversorgung Thüringen AG., Erfurt mit 35,8 % und an der

Großgaswerk Erfurt AG. mit einem geringen Anteil beteiligt.

Höhe der Beteiligung: d) 30 % e) maßgeblich; f) qualifizierte Minderheit — von Provinz Sachsen während 1931 erworben gegen Abtretung des bisherigen kleinen Anteils an der „Überlandzentrale Südharz G. m. b. H.", Bleicherode a. H.; g) Beteiligung durch Übernahme weiterer Aktien während 1931 aus dem Besitz der Preußischen Elektrizitäts-AG., Berlin, erhöht auf 32 %.

Zu III. Bank elektrischer Werte AG.

Anmerkungen:

5 Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32 (30. 6.).
6 Keine getrennte Angabe.
7 Nur auf Vorzugsaktienkapital von RM 1 200 000.

Beteiligungen 1931/32 (30. 6.)

	Stromabgabe in Mill kWh		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
Elektricitäts-Lieferungsgesellschaft Berlin	391	364	10	5
Thüringer Elektricitäts-Lieferungsgesellschaft AG., Gotha	64,6	53,4	7	5
Main-Kraftwerke AG., Höchst/Main	91,0	104,2	6	4
Hamburger Hochbahn AG., Hamburg	27,8	25,9	6	5

Die Gesellschaft ist außerdem beteiligt an der Bergmann-Elektricitätswerke AG., Berlin, der Nationalen Automobil-Gesellschaft AG., Berlin, der Kohlenveredelungs- und Schwelwerke AG. und der Grube Leopold AG., Bitterfeld.

Zu IV. Elektrizitäts-AG. vorm. W. Lahmeyer & Co.

Anmerkungen:

8 Geschäftsjahr 1930/31 bzw. 1931/32 (30. 6.).
9 Einschl. eigene Aktien RM 1 155 000.
10 Einschl. allgemeine Baurechnung
11 Davon nicht eingezahlt:
1930/31 RM 2 334 500.—
1931/32 RM 834 450.—

Beteiligungen 1931/32 (30. 6.)

a) Elektrizitätswerke	Gesamtanschlußwert in 1000 kW		Stromabgabe in Mill kWh		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931	1930	1931
Lech-Elektrizitätswerke AG., Augsburg	146,8	147,3	164,6	184,4	7	6
Main-Kraftwerke AG., Höchst a. Main	119,1	126,1	91,0	104,2	6	4
Rheingau-Elektrizitätswerke AG., Eltville	11,7	12,3	5,6	5,0	8	4
Elektrizitätswerk Westerwald AG., Marienberg	—	—	37,7	30,4		0
Kraftwerk Altwürttemberg AG., Ludwigsburg	44,1	49,4	26,5	31,9	7	5½
Großkraftwerk Württemberg AG., Heilbronn	—	—	38,8	43,9		0
Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Gotha	94,4	97,3	64,6	53,4	7	5
Bayerische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Bayreuth	90,6	93,1	56,8	52,8		0
Elektrizitätswerk u. Straßenbahn Tilsit AG., Tilsit	8,1	8,9	3,3	3,5	7	6
Frankfurter Localbahn AG. und Elektrizitätswerk Homburg v. d. Höhe AG., Homburg	19,0	22,1	5,6	5,4	6 bzw. 5	3½ bzw. 4
Hirschberger Thalbahn Elektrizitätswerk, Herischdorf	2,9	3,1	0,9	0,9	—	—

b) Straßenbahnen (wichtigste Beteiligungen)	beförderte Personen in 1000		Dividende in %	
	1930	1931	1930	1931
Frankfurter Localbahn AG., Homburg v. d. Höhe	3813	3266	6	3½
Mülheimer Kleinbahnen AG., Köln-Mülheim	2741	2242	0	0
Hirschberger Thalbahn AG., Hirschberg i. Schlesien	2010	1607	7	4½
Thüringer E. L. G.-Straßenbahn, Gotha	1790	1415	—	—

Von weiteren Beteiligungen seien genannt die Straßenbahn Tilsit, Thüringer Waldbahn, Straßenbahn Guben G. m. b. H., Guben, sowie die Finanzierungsgesellschaft für elektrische Unternehmungen in Amsterdam. *wt*

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 11: Wer stellt Feuerschutzanlagen für Schwachstrombetrieb her, die durch Selenzellen ausgelöst werden?

Abschluß des Heftes: 7. April 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Einphasenmotoren zum Anschluß an die Lichtleitung.

Mitteilung der AEG.

Bei Kleinabnehmern, die an Drehstromnetze angeschlossen sind, ist von jeher nur die Zuführung von zwei Leitern üblich. Solange der Strom in der Hauptsache nur zur Licht- und Wärmeerzeugung diente, war hierbei kein Nachteil zu befürchten. Die zunehmende Verdrängung der Handarbeit durch Maschinenarbeit in Haushalt, Gewerbe, Handwerk und Landwirtschaft, d. h. allen Anschlüssen auch kleinen Umfanges, steigerte

Abb. 1.
Nicht selbständig anlaufender Einphasenmotor.

jedoch außerordentlich die Nachfrage nach mechanischen Antriebskräften. Damit ergab sich die Notwendigkeit, an den vorhandenen Wechselstromanschlüssen auch Motoren zu betreiben, da die Heranführung einer dritten Leitung für Betrieb von Drehstrommotoren meist mit recht erheblichen Kosten verknüpft ist.

Motoren, die an der Lichtleitung betrieben werden sollen, müssen vor allem die Bedingung erfüllen, daß ihre Anlaufströme innerhalb der zulässigen Grenzen verbleiben, d. h. 6- bzw. 10 A-Sicherungen dürfen nicht zum Abschmelzen gebracht werden. Im übrigen ist bezüglich der mechanischen Ausführung wie auch bezüglich der aufzubringenden Anfahrmomente Anpassung an die jeweiligen Antriebsbedingungen erforderlich.

Die AEG baut mehrere Ausführungen von Einphasenmotoren. An erster Stelle sind die Einphasen-Anwurfmotoren zu nennen, die nicht selbständig anlaufen, vielmehr mittels Kurbel oder ähnlicher Vorrichtung oder einfach durch Zug am Riemen, Andrehen am Schwungrad usw. mit der angetriebenen Maschine zusammen angeworfen werden. Derartige Motoren haben einen sehr einfachen Aufbau, sie besitzen Käfiganker ohne irgendwelche dem Verschleiß unterliegenden

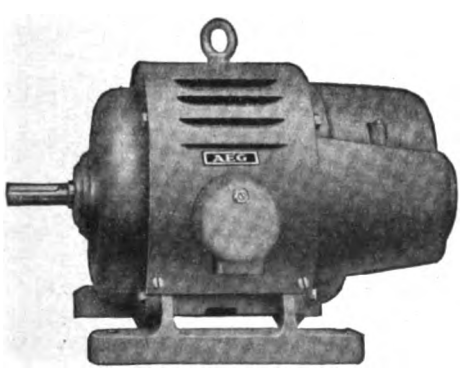


Abb. 2.
Selbständig anlaufender Einphasenmotor.

Teile, bedürfen keines besonderen Anlaßgerätes und stellen keinerlei Anforderungen an Wartung und Bedienung. Ohne daß eine Umschaltung erforderlich wird, sind sie für Rechts- oder Linkslauf zu verwenden, je nachdem, nach welcher Seite sie angeworfen werden.

Einphasen-Anwurfmotoren sind daher besonders geeignet für Verwendung in der Landwirtschaft, im Kleingewerbe sowie im Haushalt. Sie werden normal in spritzwassergeschützter Ausführung entsprechend Abb. 1 für Leistungen von 0,25 bis 1,4 PS bei 1500 U/min als Antrieb von Schrotmühlen, Futterschneidern, Milchschleudern und Butterfässern, Werkzeugen, Waschmaschinen usw. geliefert. Die Absicherung erfolgt mittels Elfa-Automaten, die für normale Antriebe so ausgewählt sind, daß sie nach etwa 5 bis 6 s ansprechen, nachdem die Motoren eingeschaltet, jedoch nicht angeworfen wurden. Die Elfa-Automaten schalten die Motoren auch dann ab, wenn nach einer Netzstörung die Spannung wiederkommt, jedoch verabsäumt wurde, dieselben von Hand abzuschalten.

Die zweite Bauart bilden die selbständig anlaufenden Einphasen-Induktionsmotoren mit Hilfsphase und eingebautem Hilfsphasenwiderstand, bei denen Hilfsphase und -widerstand zusammen nach erfolgtem Hochlauf durch einen Zentrifugalschalter abgeschaltet werden. Die Motoren werden in tropfwassergeschützter Ausführung (Abb. 2) für Leistungen bis zu 0,75 PS gebaut. Sie können ohne weiteres Anlaßgerät direkt eingeschaltet werden und entwickeln dabei ein Anzugmoment von 100 % bei kleinen Leistungen, von 70 % bei Leistungen von 0,5 bis 0,75 PS. Derartige Motoren sind besonders für automatisch arbeitende Antriebe wie z. B. Kreiselpumpen für Hauswasserversorgung geeignet. Absicherung erfolgt ebenfalls mittels Elfa-Automaten, und zwar bei den Motoren bis 0,5 PS mit Automaten für 6 A, bei den Motoren für 0,75 PS mit Automaten für 10 A bei Anschluß an 220 V.

Abb. 3.
Repulsions-Induktionsmotor.

Als dritte Bauart stellt die AEG selbständig anlaufende Einphasen-Induktionsmotoren für größere Anzugmomente von etwa 200 % des Nenndrehmomentes her. Diese besitzen an Stelle des eingebauten Hilfsphasenwiderstandes einen getrennt angeordneten Kondensator. Sie sind ebenfalls für direkte Einschaltung geeignet; Hilfsphase und Kondensator werden nach erfolgtem Hochlaufen durch den eingebauten Zentrifugalschalter abgeschaltet. Derartige Motoren werden bis zu einer Leistung von 0,75 PS gebaut und dienen zum Antrieb von Kolbenpumpen, Kompressoren, Zentrifugen u. ä. Die Auswahl der Elfa-Automaten für die Absicherung erfolgt entsprechend den jeweiligen Betriebsverhältnissen.

Die vierte Bauart wird durch Repulsions-Induktionsmotoren dargestellt, die mit hohem Anzugmoment, d. h. dem etwa 3,5fachen des Nennmomentes, als Repulsionsmotoren anlaufen und nach erfolgtem Hochlaufen durch automatisches Kurzschließen des Kommutators und Abheben der Bürsten als Induktionsmotoren weiterarbeiten. Diese Motoren werden für eine Leistung von $^1/_6$ PS bei 1500 U/min hauptsächlich zum Antrieb von Kühlschrank-Kompressoren gebaut, können aber auch für jeden anderen Antrieb Verwendung finden. Die Motoren sind tropfwassergeschützt ausgeführt (Abb. 3) und entsprechend dem besonderen Verwendungszweck als Kühlschrankmotoren für besonders geräuschlosen Lauf gebaut. Die Motoren werden bei Anschluß an 220 V mit 2 A-Elfa-Automaten abgesichert.

Alle beschriebenen Motoren arbeiten während des Betriebes als normale Kurzschlußläufer-Motoren und sind daher völlig rundfunkstörungsfrei.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Elektroingenieur
38 J., 12 J. Praxis, sicheres Auftr., reiche Erf. in Hoch- u. Niederspannungsanlagen, s. ausbaufäh. Wirkungskr. b. Großfirmen, Eltwerk usw. Off. u. **F. 3 65** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fabrikations-Ingenieur
33 Jahre alt, energisch, mit sicheren Kenntnissen im Werkzeugbau, der Fabrikation, des Akkordwesens und der Kalkulation für elektr. Einheitsmaterial oder Spezialapparate (angeeignet in d. AEG, Kontakt A.-G. sowie Stotz-Kontakt GmbH.) sucht ab 1. Mai Arbeitsfeld, evtl. auch beratend oder kurzfristig zur Fabrikations-Einrichtung. [3271]
Angebote erbeten an
Walter Stark,
Mannheim-Neckarau,
Mönchwörthstraße 59.

Elektr.-Radio-Ing., 25 J., Abs. einer H. T. Staatslehranst., 2 J. Telefon-Telegr.-W., ½ J. Radiorep.-Werkst., jetzt techn. Leiter eines Det.-Gesch., sucht Stellg. in der Industrie od. städt. Betrieb. Ang. u. **E. 3275** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Elektro-Ingenieur
für Starkstr.-, Schwachstrom- u. Radiotechn., 25 J., 8 J. prakt. Tätigk., staatl. gepr. u. mit „sehr gut" bestanden, sucht pass. Stellung für sof. oder später. Am liebst. Betrieb. Gr. Erfahrung. im Zentralheizungsbau, Gas-, Wasser- u. Installationsfach sind vorhanden. [3266]
Alfred Hebecker
Blankenburg-H.
Westerhäuserstr. 62.

Akkufachmann
spez. Stahlakkumulatoren
Verkaufsleiter führender Fabrik, wünscht sich zu verändern. Offerten unter **E. 3280** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Junger Diplomingenieur
der Elektrotechnik (Starkstromtechnik) mit gutem Zeugnis, sucht Anfangsstellung. Gefl. Angebote erbeten unt. **E. 3281** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Jüngerer Dipl.-Ing.
Nichtjude, z. Zt. techn. Leiter einer bekannten Berliner Firma für elektr. Spez.-Apparate, sucht verantwortungsvollen Wirkungskreis. Praktisch veranlagt, Organisationstalent, gute kaufm. Kenntnisse.
Angebote unter **E. 3283** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

1. Fachmann des Transformatorenbaues
sucht, gestützt auf langjährige Erfahrungen in der Großindustrie geeigneten Wirkungskreis. Angebote unter **E. 3267** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Dipl.-Ing.
T. H. Darmstadt „Gut" (Starkstrom), 25 Jahre, mit kurzer Aushilfstätigkeit im Hochspannungslabor., sucht Anfangsstellung. Sicheres Auftreten, besondere theoretische u. experimentelle Befähigung. Führersch. 3 b. Gefl. Zuschr. u. **E. 3279** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Bilanzsicherer
Betriebskaufmann
mit langjährigen praktischen Erfahrungen für Elektrizitäts- und Gaswerk in Mitteldeutschland sofort gesucht. Angebote mit Zeugnisabschriften und Angabe von Referenzen unter **E. 3285** an die A.-A. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Radio- u. Glühlampenfabrik
im Ausland sucht
Betriebsleiter
für ihre Glühlampenabteilung. Nur Bewerber mit langjähriger Praxis und guter theoretischer Ausbildung wollen sich melden. Bewerbungen von Nichtfachleuten werden nicht beantwortet. Offerten unter **E. 3211** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir suchen für Entwicklungsarbeiten im Laboratorium
1. jüngeren **Elektrotechniker** (Akademiker) mit Erfahrung in der Fernmeldetechnik,
2. jüngeren technischen **Physiker** mit guten Kenntnissen in Mechanik. [3270]

Schriftliche Bewerbung nur bester Kräfte erbeten.
Anschütz & Co. G. m. b. H.
Werkstatt für Kreiselkompasse
Kiel-Neumühlen.

Für Außendienst, insbesondere Akquisition, suchen wir [3276]
Röntgen-Ingenieure oder Physiker
die bereits technisch und akquisitorisch tätig waren und Erfolge auf diesem Gebiet nachweisen können. Zuschriften mit Lebenslauf und Bild erbeten an
Koch & Sterzel
Aktiengesellschaft
Dresden-A. 24, Zwickauer Straße 42.

Betriebsleiter
f. Wasserkraft-Eltwerk (2 Mill. Kilow. Std.), nach Gruppe 11c der Sächs. Besold.-Bestimmungen oder Privatdienstvertrag, **gesucht.** Bewerbungsunterlagen bis 1. 5. 1933 an [3272]
Stadtrat Penig.

Wer liefert Beleuchtungsarmaturen und Installationsmaterial für Lokomotiven und Eisenbahnwagen in neutraler Aufmachung? Offerte unt. **E. 3282** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Eternit-Kabelrohre

sind unempfindlich gegen vagabundierende Ströme, mehr sagt Prospekt R 81

Deutsche Asbestzement A.-G., Berlin-Rudow

Gesucht:

Elektroingenieur

mit Erfahrung in der Berechnung und Konstruktion von Gleichstrom-, insbesondere Schweißmaschinen. In Frage kommt nur ein Herr mit praktischen Erfahrungen u. guter theoretischer Vorbildg. Da er in der Offertabteilung Verwendung finden wird, muß er stilistische Veranlagung besitzen. Ausführliche Bewerbungen u. **E. 3268** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektroingenieure als VERTRETER

von einer gut eingeführten Spezialfabrik für Isolationsmaterial gesucht, für **Baden, Brandenburg, Mecklenburg, Oldenburg, Ostpreußen, Pfalz, Pommern, Sachsen, Schleswig-Holstein, Thüringen, Vogtland, Danzig.** — Ausführliche Bildbewerbungen von Herren, die bei elektr. Maschinen- u. Apparatefabriken, Eltwerken, Ueberlandzentralen, Straßenbahnen, Radio nachweisbar gut eingeführt sind, erbeten unter **E. 3250** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Angesehenes, gut fundiertes Unternehmen, das hauptsächlich

Leistungs- u. Klein-Transformatoren

in jeder Spezialausführung baut, sucht gut eingeführte und technisch gebildete Herren als

Vertreter

Angebote u. **E. 3259** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wegen Geldnot!

ab Fabrik feinste [3273]

Maßanzugstoffe

silbergrau gestreift und Pfeffer u. Salz, m 8,80, 10,80, Kammgarn, das Beste vom Besten.

ERGA, Gera 167.

Das DRP. 514686 betreff. „Vorrichtung zur Regelung der Vor- bezw. Nachzündung für Zündmagneten von Verbrennungskraftmaschinen" ist **zu verkaufen** oder lizenzweise **zu vergeben.** Anfragen erbeten unt. **Jd. 1145** a. d. **Invalidendank** Annoncen-Expedition, **Berlin W 35,** Potsdamer Straße 118 b. [3269]

Italien

Bei Elektrizitäts-, Bahn- u. Telefon-Gesellschaften gut eingef. **Vertreter** empfiehlt sich leistungsfähigen Fabriken für den Vertrieb elektr. Mater. u. Apparate. Offerten erb. unt. **E. 3284** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ing.-Büro, Sitz Essen, m. besten Beziehungen zur Industrie, Behörden und Wiederverkäufern, **sucht weitere**

Vertretungen

nur erster elektrotechnischer Firmen, gleich welcher Art. Zur Verfügung stehen Büro, Lagerräume und Auto. Die beiden Inhaber sind Christen. Off. u. **E. 3277** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Spezialfirma für Hochspannungsapparate sucht tüchtigen

Vertreter

der guter Elektro-Ingenieur sein muß, mit guten Beziehungen zu den Kraftwerken u. der großen Industrie für die Bezirke Oberschlesien, Hannover, Kassel, Dortmund, Südbaden. Angebote erb. u. **E. 3278** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Zu kaufen gesucht kompl. Isolations- u. Kapazitäts-Meßschaltung f. Kabelprüfung samt Spiegelgalvanometer mit obj. Ablesung. A. u. **Nr. 33696/E. 3274** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung

Scheinwerfer und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate

Emil Niethammer Stuttgart-W

Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

METALLÄTZWERK HAMBURG Telefon 248719

Danzigerstr. 40

Hans Kindermann

Skalen Schilder Teilungen

GLEICHRICHTER

stabil
kurzschlußsicher
kleine Baumaße

fertigt:

Wilhelm Gerndt

Berlin SO 36

Kottbusser Ufer 34

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Zeitgemäße Beleuchtung. Wirkungsvolles Licht u. rationeller Stromverbrauch in Mietwohnungen, Eigenheimen, Wochenendhäusern. Von Ing. J. Weil. Mit zahlr. Abb. u. 73 S. in 8°. Michael Winkler-Verlag, Wien u. Leipzig 1933. Preis kart. 3 RM.

DIN-Normblatt-Verzeichnis 1933. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß. Mit 279 S. u. Schlagwortregister in 8°. Beuth-Verlag, Berlin 1933. Preis kart. 3,50 RM.

HNA-Normblatt-Verzeichnis 1933. Herausg. v. Handelsschiff-Normen-Ausschuß. Mit 48 S. in 8°. Beuth-Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 1,25 RM.

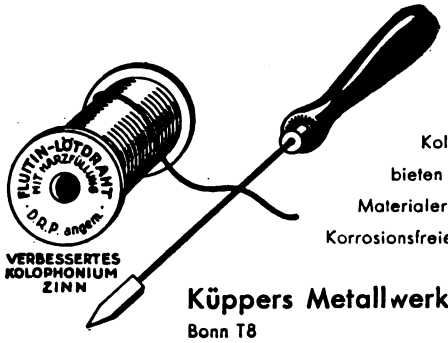
L'Usine Hydroélectrique de Kembs. Premier Échelon du Grand Canal d'Alsace. Mit zahlr. Abb., 2 Taf., 55 u. XXXV S. in 4°. Verlag Braun & Cie., Mühlhausen 1932. Preis kart. 40 Fr.

Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle. Von Dr.-Ing. A. Gramberg. (Maschinentechnisches Versuchswesen, Bd. 1) 6., vielf. erneuerte u. umgearb. Aufl. Mit 395 Abb. i. Text, XV u. 488 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 24 RM.

Digitized by Google

Lötungen mit Fluitin

Lötdraht mit Harzfüllung (D. R. P. angem. u. Auslandspatente)



an Stelle des bisher üblichen Kolophoniumzinns, bieten Arbeitsersparnis, Materialersparnis. Korrosionsfreie Lötungen

Küppers Metallwerke G.m.b.H.
Bonn T8

ETZ-ANZEIGER

Aushänge- u. Warnungsplakate
Vorschriftsmäßige
des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
J. ED. WUNDERLE
Mainz-Kastel
Man verlange Katalog

Preßspan
in Tafeln, Rollen und Bändern nach VDE-Leitsätzen und D. I.-Normen
Edelpreßspan (Anelektron)
Transformatorenpreßspan
KADE & Co.
Preßspanfabrik G. m. b. H.
SANITZ O.-L.

Rechenschieber
alle Typen, bes. für Reklame
ELTWERK
für Überlandzentralen — Leitungsberechnung — RM 2,60
Abb. u. Erl. ETZ 1932, 26. 5., S. 512
DR.-ING. SEEHASE
BERLIN SO 36

Der ETZ-Anzeiger
bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen Artikeln, die keinen großen Reklameaufwand vertragen

FABRIKZEICHEN

DRP. ERSA DRGM.
ERSA-
Lötkolben überall da, wo es auf ein zuverlässiges Lötwerkzeug für den Dauerbetrieb ankommt.
ERNST SACHS
Erste Spezialfabrik elektr. Lötkolben
Bln.-Lichterfelde-W 12, Manteuffelstr. 10A

HOLLÄNDISCHE DRAHT- und KABELWERKE A. G.
AMSTERDAM
DRAKA
Gummi-isolierte Leitungen aller Art.

C & F
C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H.
Ruhla (Thür.)
Spezialfabrik elektrotechnischer Installationsmaterialien

ZEVA

ZEVA-ELEKTRIZITÄTS-A.-G.
Älteste Spezialfabrik elektr. Lötkolben
KASSEL-WILHELMSHÖHE SE
Zu den Leipz. Messen: Halle 6, Std. 17

Fein-Fabrikate
C & E
C. & E. FEIN, STUTTGART
Erste Spezialfabrik für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

Preis pro Feld u. Aufnahme
M. 17.—
abzügl. 10 20 30% Nachlaß
b. jährl. 13 26 52 Wiederholungen

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 20. April 1933 | Heft 16

50 Jahre AEG

Am 19. April 1883 wurde die Deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektricität gegründet, die im Jahre 1887 in Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft umbenannt wurde. Die AEG sieht mit Rücksicht auf die Zeitverhältnisse davon ab, das Jubiläum festlich zu begehen. Die Schriftleitung der ETZ will indes die Gelegenheit nicht versäumen, ihren Lesern einen Rückblick auf die Geschichte des Unternehmens zu bringen.

Die Geschichte der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und ehemaligen Deutschen Edison-Gesellschaft ist ein gewichtiger Teil der deutschen Wirtschaftsgeschichte. Der großartige Aufstieg der deutschen Wirtschaft wurde ausschlaggebend durch die Starkstrom-Elektrotechnik gefördert. Auf diesem Gebiet hatte die Deutsche Edison-Gesellschaft mit der Schaffung der Zentralstationen die Führung an sich genommen, und sie war es, die damit das Zeitalter der Elektrizität für Deutschland und viele andere Länder erschloß. Die Elektrizität für die Welt und die Welt für die Elektrizität zu erobern, war die Devise des Gründers Emil Rathenau, der die AEG über seinen Tod hinaus treu geblieben ist.

Auf der Weltausstellung zu Paris im Jahre 1881, auf der Edisons Beleuchtungsystem gerade durch die Fachkreise eine sehr skeptische Beurteilung erfuhr, erhielt Rathenau im Alter von 42 Jahren den Anstoß zu seinem Lebenswerk. Er erkannte mit sicherem Blick in der unscheinbaren „Spielerei" das kommende Volkslicht. Wie kein anderer begriff er die Idee der Zentralstationen mit allen ihren Folgerungen. Eine am 15. VII. 1882 gegründete Studiengesellschaft gab die Gelegenheit, die Brauchbarkeit des neuen Beleuchtungsystems zu beweisen und ihm den Boden in Deutschland vorzubereiten. Auf der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in München im gleichen Jahre hatte die Gesellschaft durch ihre hervorragende Beteiligung bereits große Erfolge. Zunächst ließ sich aber der Gedanke der Zentralstation nur in Form kleiner Anlagen verwirklichen. Die mit größeren Mitteln ausgestattete Deutsche Edison-Gesellschaft dagegen konnte der eigentlichen Aufgabe, dem Bau von Zentralstationen nähertreten. Schon im Gründungsjahr 1883 wurden Konzessionsverhandlungen mit der Stadt Berlin in dieser Richtung aufgenommen. Am 8. V. 1884 wurden die Städtischen Elektricitäts-Werke gegründet, die 1887 in Berliner Elektricitäts-Werke umbenannt wurden. Am 15. VIII. 1885 wurde als erstes öffentliches Elektrizitätswerk in Deutschland die Zentralstation Markgrafenstraße 44 mit 540 kW, Gs. 110 V, in Betrieb genommen.

Die Berliner Zentralstationen waren nicht nur die ersten, sondern auch in der Folge immer die größten in Deutschland. Hier wurden die Grundsätze einer rationellen Elektrizitätswirtschaft, die erst mit der Zeit Allgemeingut wurden, von Anfang an in vorbildlicher Weise angewandt. Man wählte immer die größten praktisch ausführbaren Maschineneinheiten, während andere davor warnten, „zu viel Eier in einen Korb zu legen"; man wandte der Wärmewirtschaft schon in einer Zeit die größte Aufmerksamkeit zu, als andere Werke damit zufrieden waren, daß der Betrieb nur störungsfrei lief. In dieser Richtung ließen die Zentralstationen der DEG und der AEG nichts zu wünschen übrig. Sie waren in ihrer technischen Vollendung Vorbilder für die ganze Welt. Sie blieben daher von Rückschlägen verschont, denen andere Werke z. B. im Ausland ausgesetzt waren, weil die Abnehmer wegen zu häufiger Störungen absprangen.

Die solide Ausführung der Berliner Zentralstationen wird in der ausländischen Literatur ihrer Zeit wiederholt hervorgehoben. Wenn dabei die Einschränkung gemacht wurde, daß die Errichtungskosten ungewöhnlich hoch gewesen seien, so bestätigt dies nur, wie stark der Qualitätsgedanke im Vordergrund stand. Auch für die Installationen war sie oberstes Gesetz. Man sah die ernste Gefahr, die der Ausbreitung der Elektrizität bei Verwendung nachlässiger Installationen und schlechten Installationsmaterials drohte. Schon 1884 wurden daher von den Städtischen Elektricitäts-Werken die ersten Installationsvorschriften herausgegeben und Forderungen aufgestellt, die heute noch Geltung haben.

Für die Geschichte der Elektrizitätswirtschaft ist aus der Vergangenheit der Berliner Werke der AEG die Verbindung der Zentralstationen Markgrafenstraße und Mauerstraße im Jahre 1887 bemerkenswert. Es war die erste Kupplung, die bewußt unter den gleichen elektrizitätswirtschaftlichen Gesichtspunkten vollzogen wurde, die heute noch maßgebend sind.

Aus dem Streben nach großen Maschineneinheiten heraus beschäftigte sich die AEG führend von 1902 mit der Entwicklung der Dampfturbine, welche die an sie geknüpften Erwartungen voll erfüllt hat. In aller Welt dienen heute AEG-Turbinen mit insgesamt mehr als 10 Mill kW Leistung als Antriebsmaschinen von Elektrizitätswerken.

Die in der neueren Zeit im Vordergrund stehenden Bestrebungen lassen die zielbewußte Pionierarbeit in einem besonderen Lichte erscheinen, welche die AEG auf dem Gebiete des Stromabsatzes geleistet hat. Die Benutzungsdauer war in diesen Werken von Anfang an ein zentraler Begriff. Die BEW gingen nicht nur im Motoranschluß voran, sondern erstrebten auch ebenso früh den Absatz von Wärmestrom. Wie Rathenau für das Glühlicht auf der Münchener Ausstellung 1882 und auf der Ausstellung für Hygiene in Berlin 1883 warb, zeigte die AEG 1889 auf der Ausstellung für Unfallverhütung in Berlin neben Ventilatoren und den ersten elektrischen Nähmaschinen elektrische Wärmegeräte, von denen der elektrische Brennscherenwärmer besonderen Beifall fand. Seit 1887 dienten bereits eigens eingerichtete Ausstellungsräume in der Friedrichstraße der Stromwerbung. Die Mannigfaltigkeit der schon seit Anfang der neunziger Jahre von der AEG hergestellten Wärmegeräte, die Durchführung einer — zwar erfolglosen, weil zu kostspieligen — Vollraumheizung schon vor 1890 und später mehrjährige Kochversuche der BEW beweisen, wie die AEG unablässig bemüht war, das Problem der Benutzungsdauer zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Zentralenbetriebes zu meistern. In der gleichen Richtung liegt auch die frühzeitige Einführung von Sondertarifen, die der verschiedenartigen Wertschätzung der Energie für die einzelnen Verwendungszwecke Rechnung trugen oder für hohe Benutzungsdauer Vergünstigungen brachten. In einigen Werken der AEG wurden auch schon um 1890 Konsumfinanzierung, Mietinstallationen und Leihgeräte als Mittel der Stromwerbung eingesetzt.

Eines der schönsten Ruhmesblätter der AEG bildet die Durchbildung und praktische Einführung des Drehstromsystems und damit der Kraftübertragung. Auf dem denkwürdigen Versuch der Kraftübertragung mittels hochgespannten Drehstroms von Lauffen a. N. nach Frankfurt a. M. im Jahre 1891, an dem die AEG führend beteiligt war, baute sich die weitere großartige Entwicklung der Elektrizitätsversorgung großer Städte, ganzer Provinzen und Länder auf.

Mit der Schaffung des Drehstrommotors war auch die breiteste Grundlage für die Elektrisierung des Gewerbes, der Landwirtschaft und der Industrie gewonnen. Der

Digitized by Google

Kraftverbrauch bildet heute den wirtschaftlichen Rückhalt der Elektrizitätswirtschaft überhaupt, ohne daß allerdings die Glühlampe ihre ursprüngliche Bedeutung verloren hätte: noch immer führt sie bei der Bemessung der Ausbauleistungen in der Elektrizitätswirtschaft.

Besonders schwierig war das Eindringen der elektrischen Antriebe in die Schwerindustrie, weil hier der Dampfbetrieb bereits festen Fuß gefaßt hatte. Die AEG konnte trotzdem schon seit dem Ende der neunziger Jahre durch mustergültige Anlagen mit weitgehenden Garantieverpflichtungen Vorurteile und Widerstände aus dem Wege räumen. Ähnlich wie mit dem elektrischen Einzelantrieb und später mit der elektrischen Schweißung bediente sie sich auch ihrer eigenen Werke, um die Brauchbarkeit der Neuerungen unter Beweis zu stellen, indem sie z. B. in ihrem Kupferwalzwerk den ersten Drehstrom-Walzwerksantrieb einrichtete.

Die Aufbauarbeit der AEG für die Elektrizitätswirtschaft vollzog sich unter der Mitwirkung hervorragender Mitarbeiter. O. v. Miller beeinflußte in den achtziger Jahren entscheidend den Kraftwerksbau der DEG und AEG. Seiner Tatkraft und Umsicht ist es zu einem guten Teil zu verdanken, daß die Verwirklichung der Zentralstationen ein voller Erfolg wurde. M. von Dolivo-Dobrowolsky bildete das Drehstromsystem aus. Der Bau von Motoren und Generatoren, Transformatoren, Umformern, Meßgeräten u. a. wurde durch seine wissenschaftliche Arbeit zum Teil umwälzend beeinflußt. Die Klarheit seines Denkens und Wiedergebens hat der Fachwelt auf dem Gebiete der Wechselstromtechnik großen Nutzen gebracht. G. Klingenberg hat ein viertel Jahrhundert lang den Kraftwerksbau der AEG geführt. Meisterhaft faßte er die Elemente des Kraftwerksbaues zu technisch und wirtschaftlich höchstwertigen Einheiten zusammen und schuf die vorbildlichen Anlagen der Kraftwerke in Städten, Überlandzentralen und Großkraftversorgungen.

Ähnlich wie die Zentralstationen kam auch die Einführung der elektrischen Bahnen in Deutschland durch die Initiative der AEG in Gang. Auf eigenes Risiko richtete sie im Jahre 1890 den elektrischen Betrieb mit Oberleitung und Schienenrückleitung in Halle a. S. ein. Mit dieser technisch und wirtschaftlich überraschend erfolgreichen Anlage wurde die stürmische Entwicklung der Elektrisierung ehemaliger Pferdebahnen und Straßenbahn-Neubauten in fast allen deutschen Großstädten noch in den neunziger Jahren ausgelöst. Großes Aufsehen erregten die Versuche der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen, bei denen der AEG-Schnellbahnwagen im Jahre 1903 einen Rekord von 210 km/h aufstellte, den man vielleicht in der heutigen Zeit erst recht zu würdigen vermag. Die Tätigkeit der AEG auf dem Bahngebiet nahm durch die Fusion mit der Union Elektricitäts-Gesellschaft noch größeren Umfang an. Der Einphasen-Wechselstrom-Betrieb elektrischer Vollbahnen wurde erprobt und praktisch eingeführt.

In unmittelbarem Zusammenhang mit den elektrizitätswirtschaftlichen und fabrikatorischen Grundlinien der AEG steht ihre Betätigung auf dem Gebiet der Elektrochemie. In einem ihrer Laboratorien arbeitete Kiliani ein Verfahren zur Aluminiumdarstellung aus, das in Verbindung mit dem von Héroult die Grundlage für die Produktion der Aluminiumindustrie Neuhausen (1888) bildete, die lange Zeit das führende Weltunternehmen war. Die 1894 von der AEG gegründeten Elektrochemischen Werke Bitterfeld sind heute wertvoller Bestandteil der I. G. Farbenindustrie.

Es würde zu weit führen, wollte man alle bedeutsamen Einzelleistungen aus der Vergangenheit aufzählen; es mögen deshalb nur die Gebiete berührt werden, zu deren Anfängen die AEG wichtige Beiträge geliefert hat. So baute sie als eine der ersten Firmen Röntgenröhren und -apparate. Von der Nachrichtentechnik sind die Aufnahme und Ausbildung des Systems Slaby-Arco für drahtlose Telegraphie und die erste praktische Verwertung der Lieben-Röhre bemerkenswert. Die AEG leistete in Verbindung damit die grundlegenden Arbeiten der Verstärkertechnik. Auch in der Folge hat sie wesentlich zu der Weiterentwicklung der Technik der Verstärker, Fernkabel und Pupinspulen beigetragen und durch eigene Forschung deren wissenschaftliche Grundlage verbreitert.

Die Glühlampentechnik hatte in der AEG eine besondere Pflegestätte. Die DEG richtete als ihr erstes Werk die größte Glühlampenfabrik Europas ein, die eine Jahresproduktion von 150 000 Lampen zu liefern imstande war. Eine unermeßliche Fülle wissenschaftlicher Arbeit wurde auf die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Glühlampe verwandt. Die praktische Ausbildung der Nernstlampe erforderte die größten Anstrengungen und Opfer; die Krönung der Entwicklungsarbeit bildete die Nitralampe, die heute in der Osramproduktion vorherrscht.

Die AEG war stets in erster Linie Fabrikationsunternehmen. Die Gründung von Betriebs- und Finanzierungsgesellschaften, der Allgemeinen Lokalbahn A.-G. im Jahre 1890, der Bank für elektrische Unternehmungen im Jahre 1895, der Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft im Jahre 1897 u. a. war diesem Hauptzweck untergeordnet. In der Fabrikationstechnik war die AEG vorbildlich. Massenfabrikation, Austauschbau, Normung und anderes heute Selbstverständliche waren in den AEG-Fabriken schon durchgeführt, als anderwärts dafür noch wenig Verständnis vorhanden war. In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, daß die umgestellte Produktion der AEG während des Weltkrieges dem Umfang nach nur von dem der Firma Krupp übertroffen wurde.

Die AEG beginnt ihr zweites halbes Jahrhundert in einer Zeit, die zu Hoffnungen neuen Aufstiegs berechtigt. Sie kann auf Grund ihrer Leistungen in der Vergangenheit und im Vertrauen auf die in ihr lebendigen geistigen Kräfte zuversichtlich der Zukunft entgegengehen. Sie wird auch künftig das ihrige zu Deutschlands Wohlergehen und Weltgeltung beitragen. F. Ferrari.

Das Glühen von Aluminium im elektrischen Ofen.

Die meisten bisher bekanntgewordenen Glühöfen mit elektrischer Heizung sind zum Glühen der zur Eisen- und Stahlgruppe gehörenden Werkstoffe bestimmt. Bei der Entwicklung der Nichteisenmetalle, insbesondere in den letzten Jahren der Leichtmetalle, mußten selbstverständlich die Öfen der Eigenart der betreffenden Werkstoffe angepaßt werden. Erst die Erfahrungen mit dem Glühen von Aluminium und dessen Legierungen zwecks Erzielung der bestmöglichen Eigenschaften durch den Glühvorgang und die Beobachtung des Einflusses der zweckdienlichen Temperaturen konnten den Weg weisen, wie die elektrischen Glühöfen zu bauen sind. Das größte englische Aluminiumwerk, die Aluminium Corporation in Dolgarrog (Carnarvonshire), hat kürzlich einen elektrischen Glühofen zum Glühen von Aluminiumblechen aufgestellt, dessen Herd 7,3 m lang und 2,3 m breit ist[1]. Der Ofen ist für Dreiphasen-Wechselstrom von 440 V, 50 Per/s eingerichtet. Die Heizkörper aus einer Nickelchromlegierung befinden sich an den Seitenwänden, im fahrbaren Herd und am Gewölbe. Die im fahrbaren Herd befindlichen Heizkörper sind unabhängig von den anderen und erhalten den Strom durch einen Schleifkontakt unterhalb des fahrbaren Herdes. Durch diese Ausführung wird jede Gefahr vermieden, gleichzeitig sind diese Kontakte infolge ihrer Anordnung unterhalb des Wagens vor der Ofenhitze geschützt. Die Heizkörper im Gewölbe sind nach den Patenten der General Electric Co. aufgestellt. Der Ofen wird durch selbsttätige Einstellgeräte so überwacht, daß die Temperatur mit einer Genauigkeit von ± 5 ° C selbsttätig geregelt wird. Dann ist eine Vorrichtung vorgesehen, die es ermöglicht, den Ofen am Wochenende so einzuschalten, daß der Ofen am Montag früh die betreffende Temperatur erreicht hat, so daß mit der Glühарbeit sofort begonnen werden kann. Das Einschalten des Stromes beim fahrbaren Herd vollzieht sich von selbst, sobald der fahrbare Herd in den Ofen eingefahren und die Tür geschlossen worden ist, umgekehrt schaltet sich der Strom von selbst aus, wenn man zwecks Ausfahrens der geglühten Bleche die Tür hochzieht und den Wagen wieder herausfährt. Die Ofenanlage umfaßt 6 Herdwagen, die mit Aluminiumblechen beladen werden. Der Ofen vermag 4 Wagen auf einmal aufzunehmen, die beiden anderen dienen zum Abkühlen und Abladen. Der Ofen ist als Tunnelofen gebaut. Wenn die Wagen durchgefahren sind, werden sie am Ausfahrtende über Gleise wieder dem Einfahrtende zugeführt.

Kp.

[1] Foundry Trade J. Bd. 44, S. 244.

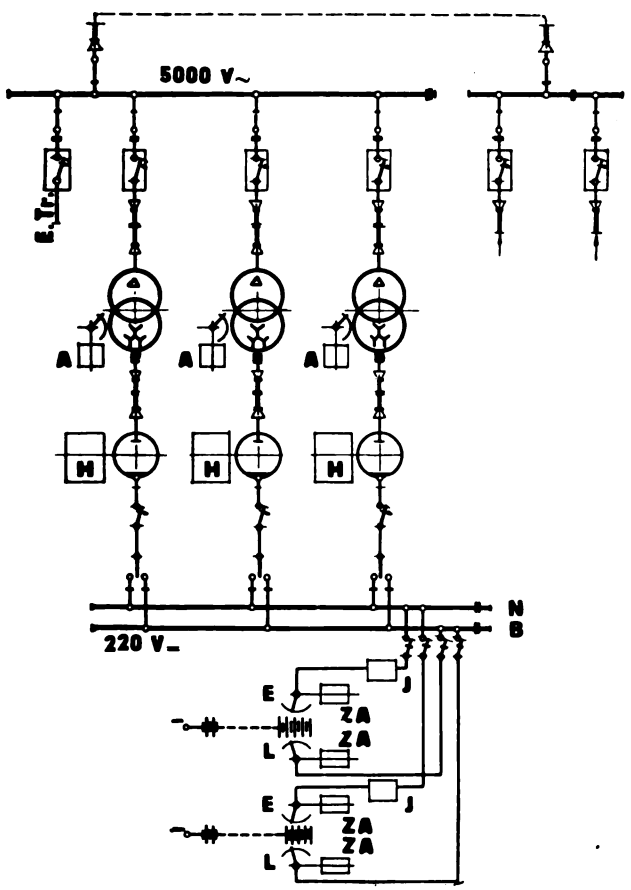
Digitized by Google

Selbsttätiger Gleichrichterbetrieb im Wiener Burgtheater.

Von Dr.-Ing. H. v. Bertele, Wien.

Übersicht. Es handelt sich um die erste in Europa zur Stromversorgung eines großen Theaters aufgestellte, weitgehend automatisierte Gleichrichteranlage. Zuerst werden die Forderungen angeführt, die von der Anlage zu erfüllen sind, dann werden einige Einzelheiten erläutert.

Im Sommer 1932 wurde die zum Teil 50 Jahre alte elektrische Installation des Wiener Burgtheaters vollständig erneuert und auf einen der heutigen Technik entsprechenden Stand gebracht. Einerseits die Sicherheitsvorschriften, die zu einer dauernden, vom öffentlichen Netz unabhängigen Reserve verpflichten, wozu eine Akkumulatorenbatterie besonders geeignet ist, und anderseits die bekannten Vorteile von Gleichstrombogenlampen machten die Beibehaltung von Gleichstrom unerläßlich. Bei der Wahl zwischen 110 und 220 V haben besonders wirtschaftliche Momente für letztere Spannung den Ausschlag gegeben. Hinsichtlich der Wahl der Umformungsart bestand



A Stufenschalterantrieb
B Batterieschiene
E Entladeschalter
E Tr Eigenbedarfstransformator
H Hilfseinrichtung des Gleichrichters
J Strom-Minimal-Relais
L Ladeschalter
N Lichtnetzschiene
ZA Zellenschalterantrieb

Abb. 1. Grundschaltung des Starkstromteiles.

kein Zweifel, daß Quecksilberdampf-Gleichrichter allein in Betracht kommen, da abgesehen von der weit einfacheren Bedienung auch die Frage der geringeren Leerlaufsverluste in den Spielpausen gegenüber den viel größeren Leerlaufsverlusten eines rotierenden Umformers, genau so wie bei Bahnen mit intermittierendem Betrieb, sehr zugunsten der Wirtschaftlichkeit der Gleichrichter entscheidet.

Die vorderhand installierte Leistung beträgt 750 A, 200 ··· 360 V, doch wurde Vorsorge getroffen, um späterhin ohne bauliche Änderungen die Anlage auf die für ganz besondere Fälle maximal erforderliche Leistung von 1000 A zu erweitern. Die Steuerschaltung im besonderen ist bereits für den vollen Ausbau vorbereitet. Der Aufbau der Anlage, der nicht unwesentlich von gewöhnlichen Gleichrichteranlagen abweicht, wurde durch die komplizierten Betriebs- und Sicherheitsvorschriften bedingt. Der wesentliche Inhalt derselben läßt sich etwa folgendermaßen darstellen:

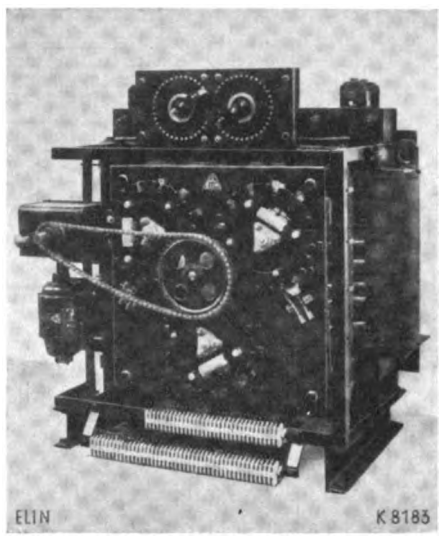


Abb. 2. Regeltransformator.

A. Forderungen hinsichtlich der Sicherheitsvorschriften.

1. Unterteilung der Umformeranlage in mehrere voneinander vollständig unabhängig zu betreibende Teile. Hier wurden drei vollständige Sätze zu je 250 A vorgesehen.
2. Anordnung der Batterie so, daß sie im Augenblick irgendeiner Störung der Umformeranlage, insbesondere beim Ausbleiben der Primärspannung, sofort ohne Unterbrechung die Leistungsabgabe übernimmt, wobei die Batterie dauernd im vollgeladenen Zustand zu halten ist.

B. Betriebsmäßige Forderungen.

1. Jeder Umformer soll sowohl Batterie laden als auch das Beleuchtungsnetz speisen können; zum Netzbetrieb muß die Spannung konstant gehalten, für die Ladung hingegen zwischen 200 und 360 V geändert werden.
2. Es soll zum Parallelbetrieb jede beliebige Kombination der einzelnen Gleichrichter untereinander zu Gruppen möglich sein; die einzelnen Gruppen ihrerseits sollen wieder beliebig auf das Netz bzw. die Batterie arbeiten können.
3. Für die Wahl dieser verschiedenen Betriebsfälle sollen keine umständlichen Schaltmanöver durchgeführt werden, sondern eine weitgehende Automatisierung soll die Bedienung auf ein Maximum von Einfachheit bringen und jedweden Schaltfehler vermeiden.

Die größte Schwierigkeit lag in der Erfüllung der letzten Forderung. Nach dem bereits Ausgeführten war ein grundsätzlicher Aufbau des Starkstromteiles nach Abb. 1 vorgegeben, wobei wegen der Möglichkeit, zwei verschiedene Gleichstromsysteme gleichzeitig zu speisen, die Antriebe der Regeleinrichtungen der Transformatoren voneinander ganz unabhängig sein müssen. Für den Parallelbetrieb mehrerer Gleichrichtersätze hingegen ist eine vollständige Übereinstimmung der einzelnen Regelschalter unerläßlich, um eine gleichmäßige Belastung zu erzielen. Es war daher die erste Aufgabe der zu projektierenden Automatik, beim Parallelbetrieb mehrerer Gleichrichter den Gleichlauf der mechanisch unabhängigen Stufenschalter zu sichern.

Digitized by Google

Vor der Beschreibung der Automatik soll nur kurz der allgemeine Aufbau des Regeltransformators an Hand von Abb. 2 angegeben werden. Der Transformator selbst dient gleichzeitig für die Spaltung des ankommenden 5 kV-Drehstromes in Sechsphasenstrom — Sekundärseite Doppel-Zickzack — und zur Regelung durch Anzapfungen um den Nullpunkt[1]. Auf der Vorderseite des aus feuerpolizeilichen Gründen in Trockenausführung hergestellten Transformators ist der Stufenschalter mit einem Motorantrieb aufgebaut. Über dem eigentlichen Stufenschalter liegen zwei Kontaktbahnen für die Gleichführungseinrichtung. Die zugehörigen Bürsten sind mit dem Stufenschalterantrieb fest gekuppelt, derart, daß jedem Kontakt eine bestimmte Stellung des Stufenschalters — eine Spannungsstufe — entspricht.

weit dies zum Verständnis notwendig war, schematisch angedeutet. Von oben nach unten gesehen sind die Hauptbestandteile folgende:

Parallellaufbahnen B_1 und B_2, deren korrespondierende Kontakte miteinander verbunden sind;
Steuerrelais R_1, R_2, R_3 (einfache Zwischenrelais);
Zeitrelais R_4;
Hilfsstromschienen + und —;
Antriebsvorrichtung der Stufenschalter G_1 und G_2 (bestehend aus Motor, Getriebe, Schützen, usw.).

Die Schaltbefehle werden mit den zum Schließen der einzelnen Stromkreise dienenden Kontakten *KL* gegeben. Die Kontakte sind im Hinblick auf die große Anzahl von Betriebskombinationen, und zwar zur sicheren Ver-

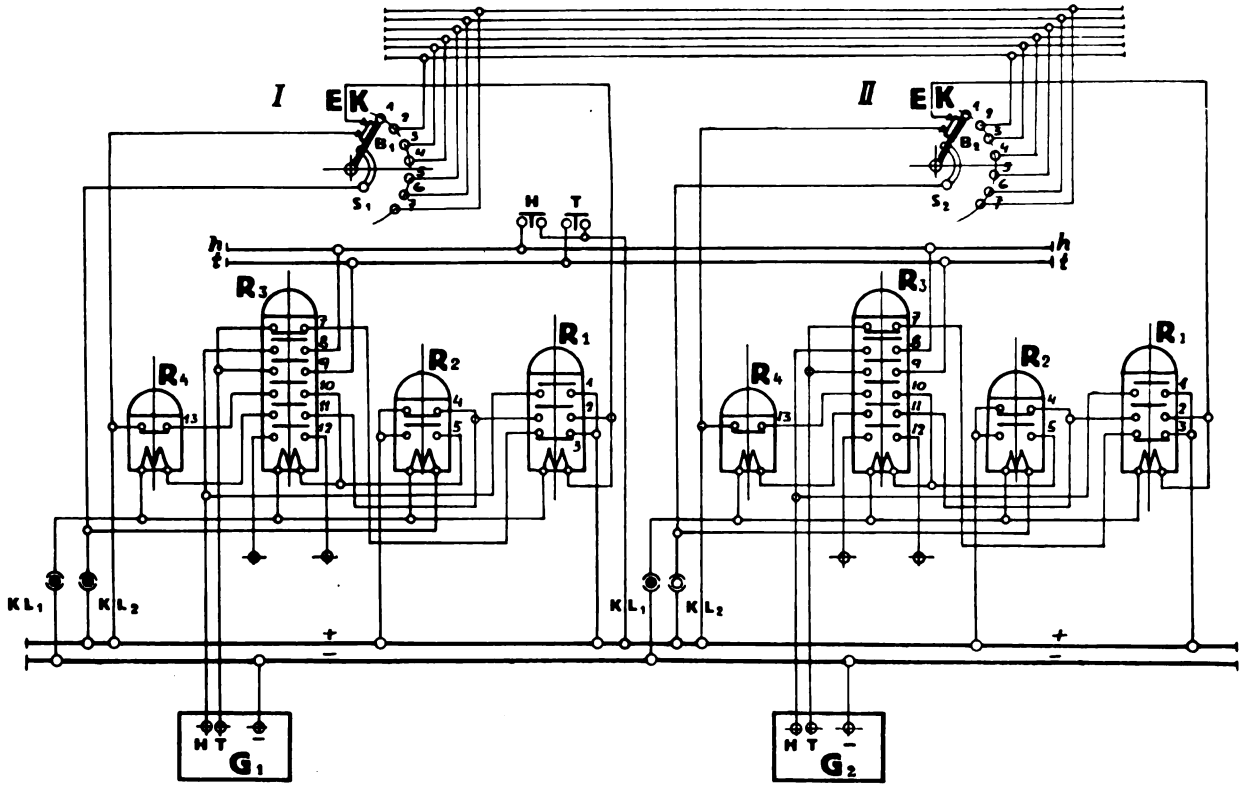


Abb. 3. Grundschaltung der Gleichführungseinrichtung.

Das Prinzip der elektrischen Gleichführung der Stufenschalter ist nun folgendes: In jeder Gleichrichtergruppe — Batterie- bzw. Netzbetrieb — wird ein Gleichrichtersatz zum Führer dieser Gruppe gemacht, wohingegen die übrigen Gleichrichter abhängig hiervon geführt werden. Eine der beiden Kontaktbahnen über dem Stufenschalter dient nun beim führenden Gleichrichter als Geber und als Empfänger bei den geführten. Beim Führer erfolgt die Steuerung des Motorantriebes über Druckknöpfe[2] von Hand aus in bekannter Weise, wobei gleichzeitig eine der beiden Bürsten der Gleichführungsbahnen — je nachdem ob Batterieladung oder Netzbetrieb erfolgt — Spannung erhält. Die Zuschaltung der geführten Gleichrichter vollzieht sich dann so, daß hierzu deren Antriebsmotoren selbsttätig eine Bewegung der Stufenschalter nach oben veranlassen, die so lange anhält, bis deren Stellungen mit der des Führers übereinstimmen. Sobald dies der Fall ist, wird die Aufwärtsbewegung der Stufenschaltantriebe unterbrochen, gleichzeitig das Einschaltkommando auf die Gleichrichterapparatur gegeben und die Parallelschaltung der Stufenschalter-Antriebsmotoren auf die gemeinsamen Steuerleitungen durchgeführt. Die Grundschaltung dieser Automatik zeigt Abb. 3. Hier ist zur Vereinfachung der Fall von zwei voneinander unabhängigen Sätzen I und II gezeigt, und zwar für die Vereinfachung, daß nur eine Arbeitsmöglichkeit des Parallelbetriebes besteht. Es sind nur die unmittelbar für den Gleichlauf nötigen Bestandteile und Stromrelais im einzelnen angegeben, alles übrige ist, so-

riegelung gegen Fehlschaltungen, nicht als Drehkontakte, sondern als Klinkenkontakte mit Stöpseln ausgeführt. Die Anordnung der gesamten Steuerkontakte zu einem übersichtlichen Schaltraster zeigt Abb. 4. Durch verschiedene Anzahl und Abstände der Kontaktstifte der einzelnen Stöpsel sind Fehlschaltungen ausgeschlossen. Die Funktion der einzelnen Relais bei der Steuerung zum Gleichlauf der beiden Regeleinrichtungen läßt sich am einfachsten in Form einer Schaltfolge-Tafel überblicken, wie sie im nachstehenden angegeben ist. Vorher soll noch eine für einwandfreien Betrieb maßgebende Erweiterung der Schaltung erwähnt werden.

Es ist bei der vielteiligen Mechanik eines Stufenschalterantriebes immerhin gelegentlich mit einem Überlauf zu rechnen; zum Schutz gegen Überlastungen ist nun eine zusätzliche Sicherung mit Hilfe der Relais R_4 vorgesehen, die bei Überlauf der vorgeschriebenen Stellung nach einer gewissen Zeit von selbst eine rückläufige Bewegung der Antriebsvorrichtung einleiten.

In den Spalten, die die Relaisstellungen angeben, bedeutet ○ die Ruhestellung der betreffenden Relais, wie sie im Schaltbild Abb. 3 gezeichnet sind, und + die Arbeitsstellung, sobald die Spule Spannung erhält; ein + im „Leistungskreis II" bedeutet Leistungsabgabe der Gruppe II.

Den tatsächlichen Aufbau der im Schema Abb. 3 angegebenen Schaltung für die eingangs angegebene Anlage mit drei Kolben zeigt Abb. 5. Neben jedem als Normalschrank (einfachster Aufbau, nur die unmittelbar zum Gleichrichtergefäß gehörigen Teile sind darin enthalten, daher sehr gute Zugänglichkeit) ausgebildeten Gleichrichterschrank befindet sich ein Schalterschrank, der die zur

[1] Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 416 (1932).
[2] Statt der Druckknöpfe soll späterhin ein Spannungs-Kontrollrelais im Netzschwerpunkt vorgesehen werden, das selbsttätig auf konstante Spannung einregelt.

Digitized by Google

Schaltfolge-Tafel.

Hauptstellungen	von Hand aus vorzunehmende Schaltungen	Relaisstand Gruppe *I* R_1	R_2	R_3	R_4	Gruppe *II* R_1	R_2	R_3	R_4	Leistungskreis	Anmerkung
1. Außer Betrieb	—	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
2. Gruppe *I* ein	KL_1 u. KL_2 geschlossen	+	+	+	o	o	o	o	o	o	Als „Führer" gekennzeichnet; höher gehen von B_1 auf *1*, dann
		o	+	+	o	o	o	o	o	o	stehen bleiben
3. Spannungserhöhung auf Stufe *4*	Druckknopf *H* 3mal gedrückt	o	+	+	o	o	o	o	o	o	Steuerung erfolgt über Umschaltkontakte von R_4
4. Gruppe *II* zugeschaltet	KL_1' geschlossen	o	+	+	o	+	o	o	o	o	Als „geführt" gekennzeichnet a) Aufwärtsbewegung
						o	+	+	o	+	b) Erreichen der vorgeschriebenen Stellung
5. Gemeinsame Regelung von *I* und *II*	Betätigen von Druckknopf *H* oder *T*	o	+	+	o	o	+	+	o	+	Steuerung erfolgt wie bei 3., jedoch sind G_1 u. G_2 parallel
6. Störung im Gleichlauf	—	o	+	+	o	o	o	+	o	o	a) Divergenz der Stellung von B_2 zu B_1. Zeitrel. R_4 beginnt abzulaufen
		o	+	+	o	o	o	o	+	o	b) B_2 erhält Abwärtsbewegung 2 Möglichkeiten α) Wiederfangen beim Rücklaufen wie 4 b) β) Zurücklaufen auf Nullstellung, dann Wiederholung nach 4 a) u. 4 b)
7. Abschalten	Entfernen von KL_1, KL_2, KL_1'	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Rückführung von B_1 u. B_2 über die Kontakte *7* von R_3. Beendigung der Abwärtsbewegung durch Abstellkontakte

Automatik gehörenden Bestandteile aufnimmt. Die Steuerung der eigentlichen Gleichrichterkreise (Erregung, gleichstromseitiger Höchststromausschalter, wechselstromseitiger Hochspannungschalter) erfolgt über die Kontakte *12* der Relais R_3 (Abb. 3) unter Vermittlung eines entsprechen-

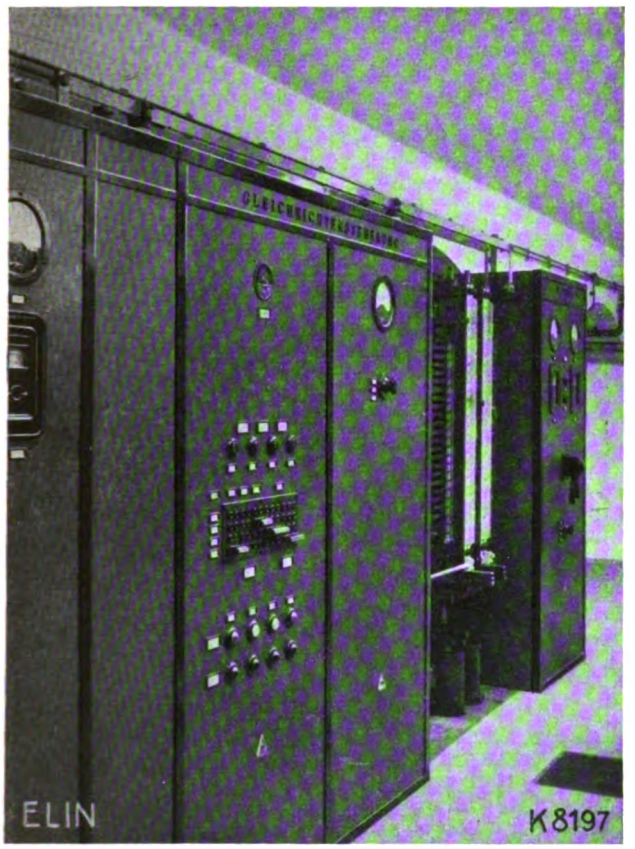


Abb. 4. Schalttafelfeld mit Steuerraster.

den Zwischensteuergliedes. Hinsichtlich der Automatik des Zu- und Abschaltens ist noch zu erwähnen, daß in der Gesamtstromableitung Stromrelais in bekannter Weise vorgesehen sind, die bei Übersteigen der Nennlast eines Satzes ein zweites und später ein drittes zuschalten. Die Reihenfolge der Zuschaltung ist beliebig wählbar und wird in der schon besprochenen Weise mit dem Schaltraster festgelegt.

Unabhängig von der vorbeschriebenen Automatik der Gleichführung und Zuschaltung wirkt die sogenannte Nullstrom-Steuerung in den Entladekreisen der Batterie. Die grundsätzliche Anordnung ist in Abb. 1 angedeutet. Zwei getrennte Batterien sind an ihren Regelzellen an Doppel-

Abb. 5. Rückansicht der Automatikfelder und Gleichrichterschränke.

zellenschalter mit Motorantrieb gelegt. Die Ladeschalter sind ständig mit der Batterieschiene der Gleichrichter, die Entladeschalter hingegen ständig mit der Netzschiene verbunden. Um nun bei normalem Betrieb, also wenn der Gleichrichter arbeitet, bei den betriebsmäßigen Spannungsschwankungen Stromaustausch (Ladung oder Entladung) in das Netz zu vermeiden, ist in jede Entladeleitung ein Relais *J* eingebaut, welches den Entladeschlitten der betreffenden Batterie so steuert, daß nur ein minimaler Strom hindurchfließt. Erst wenn aus irgendeinem Grunde von der Gleichrichterseite her die Leistungslieferung aufhört — Abschaltung der Gleichrichter zu Zeiten kleinster Belastung, Drehstromnetzstörungen oder Schäden im Gleichrichter —, so werden selbsttätig die Stromkreise vom Relais *J* unterbrochen, so daß von der Batterie Leistungsabgabe erfolgen kann. Durch diese Schaltung ist die Forderung erfüllt, daß bei irgendwelchen Störungen in der Außenstromversorgung das Umschalten auf die Eigenbatterie ohne Stromunterbrechung durchgeführt wird.

Die seit der Inbetriebsetzung mit dieser von der „ELIN" Akt.-Ges. für elektrische Industrie, Wien, erbauten Anlage gemachten Erfahrungen haben die Voraussetzungen hinsichtlich Betriebsicherheit und einfacher Bedienung voll erfüllt und sind ein schöner Beweis dafür, wie sich Gleichrichter zur Anpassung an die verschiedensten Betriebsverhältnisse eignen.

Digitized by Google

Zur Vorausberechnung der Fehler von normalen Stromwandlern.

Von Dr.-Ing. Ernst Billig, Berlin.

Übersicht. Ziel der Arbeit ist, die Berechnung normaler Stromwandler möglichst zu vereinfachen und die Zusammenhänge zwischen ihrer Bemessung, Belastung und Übersetzungsgenauigkeit durch Einführung spezifischer Kenngrößen klarzustellen.

I. Arbeitsweise eines Stromwandlers.

1. Diagramm.

Unter der Annahme rein sinusförmiger Vorgänge stellt Abb. 1 das Vektordiagramm des normalen Stromwandlers dar, das mit dem des Transformators vollkommen übereinstimmt. In diesem Diagramm beziehen sich die Indices *1* und *2* auf die primäre bzw. sekundäre Wicklung, der Index *0* auf Magnetisierungsgrößen. Wird der Wandler, wie wir vorläufig annehmen wollen, nicht abgeglichen, so ist das Verhältnis seiner Windungszahlen gleich dem Übersetzungsverhältnis: $w_2 : w_1 = \ddot{u}$.

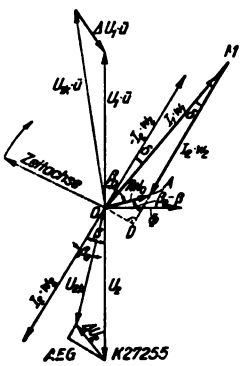


Abb. 1. Vektordiagramm.

Wir bezeichnen mit:

I die Ströme in den beiden Wicklungen,
AW_0 die magnetisierenden Amperewindungen[1],
B die Induktion,
Φ den Kraftfluß,
U die in den Wicklungen induzierten Spannungen,
ΔU die ohmschen und induktiven Spannungsabfälle,
U_k die Klemmenspannungen,
$z_a = \frac{U_{k2}}{I_2}$ die äußere Sekundärbürde,
$z = \frac{U_2}{I_2}$ die gesamte Sekundärbürde,
$N_a = U_{k2} I_2$ die äußere Leistung,
$N_2 = U_2 I_2$ die gesamte Leistung.

2. Fehlergrößen.

Aus dem Vektordiagramm ist ersichtlich, daß die genaue Größen- und Phasenübersetzung des Primärstromes durch den Leerlaufstrom gestört wird. Nach den VDE-Vorschriften[2] gilt als „Stromfehler" f die prozentuale Abweichung des Sekundärstromes I_2 von seinem Sollwert $I_1 : \ddot{u}$, also

$$f_{\%} = 100 \left(\ddot{u} \frac{I_2}{I_1} - 1 \right). \tag{1}$$

Als „Fehlwinkel" δ wird die Phasenverschiebung zwischen dem Primärstrom und dem um 180° umgeklappten Sekundärstrom bezeichnet: $\delta = \sphericalangle OMA$. Er gilt als positiv, wenn der umgeklappte Strom $-I_2$ gegenüber I_1 voreilt.

Mit den Phasenwinkeln β und β_0 nach Abb. 1 erhalten wir aus dem rechtwinkligen Dreieck OMD die Beziehungen:

$$I_1 w_1 \sin \delta = AW_0 \sin (\beta_0 - \beta)$$
$$I_1 w_1 \cos \delta = AW_0 \cos (\beta_0 - \beta) + I_2 w_2 .$$

Definieren wir als „prozentualen Leerlaufstrom"

$$i_{0\%} = 100 \frac{AW_0}{I_1 w_1}, \tag{2}$$

so werden die Fehler in guter Annäherung:

$$\delta^{\min} = 34{,}4\, i_{0\%} \sin (\beta_0 - \beta) \tag{3}$$
$$-f_{\%} = i_{0\%} \cos (\beta_0 - \beta). \tag{4}$$

Die Fehlergrößen δ und f sind also proportional dem prozentualen Leerlaufstrom $i_{0\%}$.

II. Berechnungsgrundlagen.

1. Größe der Fehler.

In der Sekundärwicklung ist eine Spannung

$$U_2 = z I_2 \tag{5}$$

zu induzieren, wobei unter z die Gesamtimpedanz des Sekundärkreises, äußere Bürde plus ohmschem und induktivem Widerstand der Sekundärwicklung, zu verstehen ist. Haben wir als Träger des Kraftflusses einen fugenlosen Eisenkern von q cm² effektivem Querschnitt und l cm mittlerer Länge, so wird bei der Frequenz ν und der Induktion B (Scheitelwert) in der Sekundärwicklung eine Spannung

$$U_2 = \pi \sqrt{2}\, \nu\, w_2\, q\, B \cdot 10^{-8} \tag{6}$$

induziert, da infolge der Kleinheit des Magnetisierungsstromes gegenüber dem Primärstrome Strom- und Spannungskurven praktisch sinusförmig verlaufen. Führen wir die Permeabilität

$$\mu = \frac{B_{\max}}{H_{\max}} = \frac{B}{\frac{4\pi}{10} \sqrt{2} \frac{AW_0}{l} \sin \beta_0}$$

und das Eisengewicht

$$G = \gamma\, q\, l$$

ein, so wird mit Berücksichtigung der Gl. (5) und (6) der prozentuale Leerlaufstrom nach Gl. (2)

$$i_{0\%} = 1{,}25 \cdot 10^9 \frac{\gamma}{\nu} \left(\frac{l}{I_2 w_2} \right)^2 \frac{N_2}{G} \cdot \frac{1 + \frac{f_{\%}}{100}}{\mu \sin \beta_0}.$$

Nun geht man beim Entwurf eines Wandlers gewöhnlich von den primären Amperewindungen bei Nennstrom I_{1n}

$$AW_n = I_{1n} w_1$$

und der Nennleistung

$$N_n = \left(\frac{I_{1n}}{\ddot{u}} \right)^2 z$$

aus. Formen wir dementsprechend um, so wird der prozentuale Leerlaufstrom

$$i_{0\%} = 125 \cdot \frac{10^3 \gamma}{\nu} \left(\frac{l}{AW_n} \right)^2 \frac{N_n}{G} \cdot \frac{10^4}{\mu \sin \beta_0} \left(1 + \frac{f_{\%}}{100} \right) \tag{7}$$

oder

$$i_{0\%} = K \varrho \left(1 + \frac{f_{\%}}{100} \right). \tag{8}$$

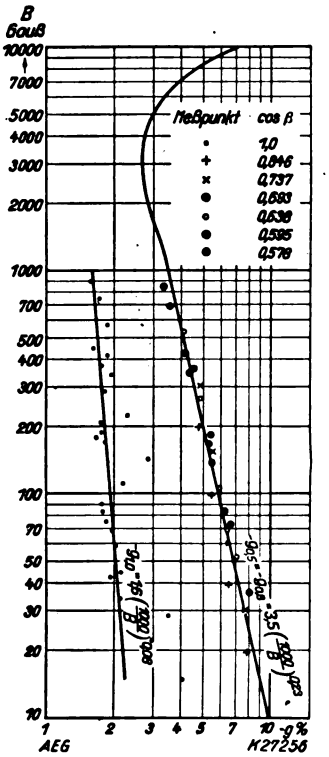


Abb. 2. Reduzierte Stromfehler.

Hierbei ist die „Fehlerkonstante"

$$K = 125 \times \frac{10^3 \gamma}{\nu} \left(\frac{l}{AW_n} \right)^2 \frac{N_n}{G} \tag{9}$$

nur von der Bemessung und die „magnetische Widerstandsgröße"

$$\varrho = \frac{10^4}{\mu \sin \beta_0} \tag{10}$$

nur von der Induktion des Wandlers abhängig. Durch Umformung der Gl. (6) erhalten wir

$$B = B_n \frac{I_1}{I_{1n}} \left(1 + \frac{f_{\%}}{100} \right). \tag{11}$$

Hierbei ist $\frac{I_1}{I_{1n}}$ der Grad der primären Strombelastung und

$$B_n = \frac{10^8}{\pi \sqrt{2}} \frac{\gamma}{\nu} \frac{l}{AW_n} \frac{N_n}{G} \tag{12}$$

die Nenninduktion. Aus der Induktion B ist die magnetische Widerstandsgröße ϱ zu entnehmen, mit der dann nach Gl. (8) der prozentuale Leerlaufstrom berechnet werden kann.

Unter Berücksichtigung von Gl. (11) kann die Fehlerkonstante K noch umgeformt werden:

$$K = \frac{B_n}{178} \frac{l}{AW_n}. \tag{13}$$

[1] Einschl. der AW. für Deckung der Eisenverluste.
[2] VDE 0414/1932.

Digitized by Google

Für $\nu = 50$ Per/s wird bei Verwendung von Dynamoblech ($\gamma = 7{,}55 \cdot 10^{-3}$) die Fehlerkonstante

$$K = 18{,}9 \left(\frac{l}{AW_n}\right)^2 \frac{N_n}{G}, \qquad (9a)$$

die Nenninduktion

$$B_n = 3400 \cdot \frac{l}{AW_n} \frac{N_n}{G}. \qquad (12a)$$

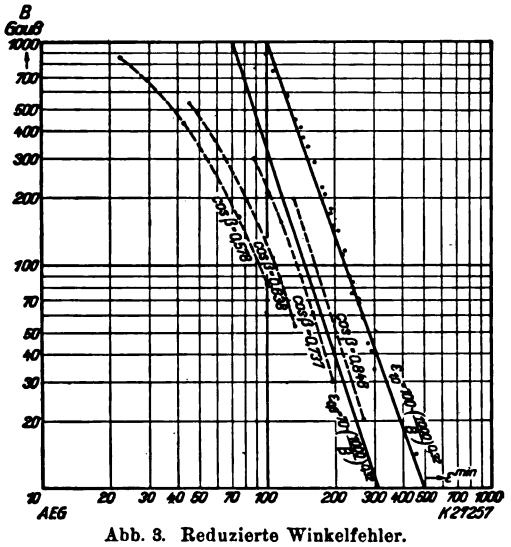


Abb. 3. Reduzierte Winkelfehler.

Die ganze Fehlerberechnung wird also auf nur zwei unabhängige Variable zurückgeführt: die primäre Magnetisierung AW_n/l und die spezifische Belastung N_n/G des Wandlers. Aus diesen beiden Größen ergeben sich einerseits die Induktion, bei der der Wandler arbeitet, und der ihr entsprechende Widerstand ϱ, anderseits die Fehlerkonstante K, mit der ϱ zu multiplizieren ist, um den prozentualen Leerlaufstrom $i_{\%}$ zu erhalten.

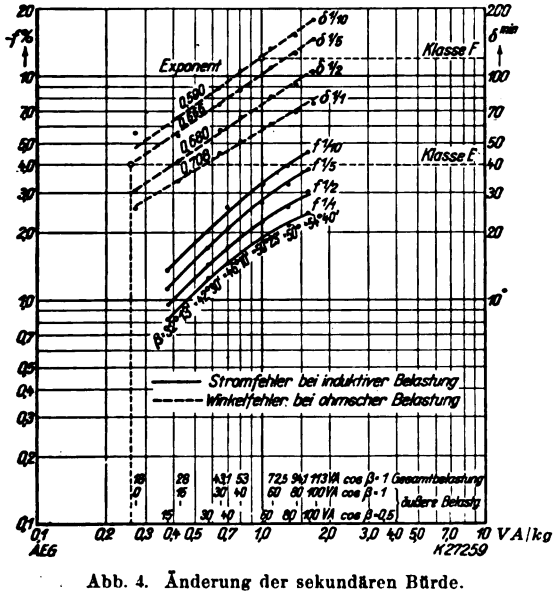


Abb. 4. Änderung der sekundären Bürde.

Aus dem prozentualen Leerlaufstrom $i_{\%}$ ergeben sich die Strom- und Winkelfehler nach Gl. (3) und (4) zu

$$-f_{\%} = \left(1 + \frac{f_{\%}}{100}\right) K \varrho \cos(\beta_0 - \beta) = \left(1 + \frac{f_{\%}}{100}\right) K g_{\%} \qquad (14)$$

und

$$\delta^{\min} = \left(1 + \frac{f_{\%}}{100}\right) K \cdot 34{,}4 \varrho \sin(\beta_0 - \beta) = \left(1 + \frac{f_{\%}}{100}\right) K \varepsilon^{\min}, \qquad (15)$$

wo der „reduzierte Stromfehler“

$$-g_{\%} = \varrho \cos(\beta_0 - \beta) \qquad (16)$$

und der „reduzierte Winkelfehler“

$$\varepsilon^{\min} = 34{,}4 \varrho \sin(\beta_0 - \beta) \qquad (17)$$

die Fehler sind, die ein Wandler mit der Fehlerkonstanten $K = 1$ hätte, der bei derselben Induktion arbeitet wie der betrachtete. Man kann nun aus Gl. (14) den Stromfehler f berechnen und erhält dann aus Gl. (15) den Winkelfehler δ. Gewöhnlich aber wird man $f_{\%}/100$ gegen 1 vernachlässigen und erhält dann angenähert:

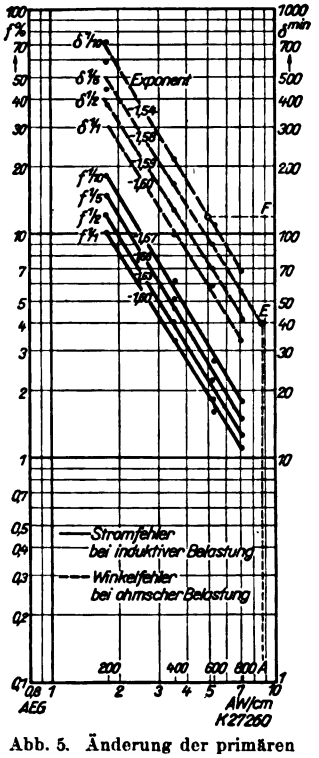


Abb. 5. Änderung der primären AW.-Zahl.

$$f_{\%} \approx K g_{\%} \qquad (14a)$$

$$\delta^{\min} \approx K \varepsilon^{\min}. \qquad (15a)$$

Die reduzierten Fehler g und ε sind nach Gl. (16) und (17) nur von der Induktion und dem sekundären Belastungswinkel abhängig, können daher ein für allemal für verschiedene Belastungswinkel β direkt aus der Magnetisierungskurve berechnet werden (Abb. 2 u. 3). Man kann sie auch umgekehrt nach den Gl. (14) und (15) aus aufgenommenen Fehlerkurven von Stromwandlern zurückrechnen, wie es z. B. im Anhang für einen Stabwandler durchgeführt ist.

2. Auslegung der Wandler.

Zahlentafel 1 gibt für die verschiedenen Genauigkeitsklassen eine Zusammenstellung der zulässigen Strom- und Winkelfehler nach den alten und den neuen VDE-Vorschriften. Für die Auslegung der Wandler ist vor allem festzustellen, an welcher Stelle diese Grenzen am ehesten überschritten werden.

a) Näherungsgleichungen für die Fehler. — Der Verlauf des unteren Teiles der Magnetisierungskurve sowie der reduzierten Fehler, der für Stromwandler hauptsächlich in Betracht kommt, legt es nahe, die Fehlergrößen g und ε als Potenzfunktionen von B darzustellen. Die Aufzeichnung der Kurven im doppeltlogarithmischen Maßstab (Abb. 2 u. 3) ergibt innerhalb eines

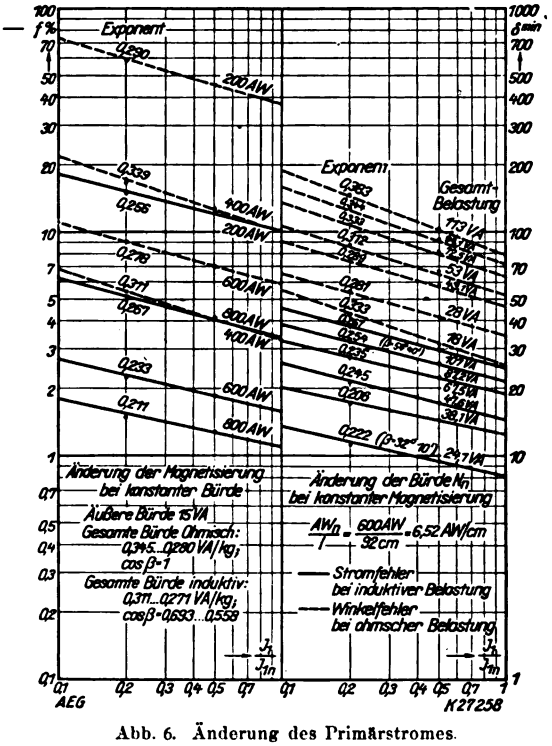


Abb. 6. Änderung des Primärstromes.

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Regeln für die Bewertung u. Prüfung von Meßwandlern, 1922	Klasse	Belastung des Sekundärkreises: Phasenverschiebung $\cos\beta_a$	Bürde	zulässiger Stromfehler in % bei Strombelastung mit: $(40\cdots10)\,I_n$	$(10\cdots1)\,I_n$	$(1/1\cdots1/2)\,I_n$	$(1/2\cdots1/5)\,I_n$	$(1/5\cdots1/10)\,I_n$	zulässiger Winkelfehler in Min. bei Strombelastung mit: $(1/1\cdots1/2)\,I_n$	$(1/2\cdots1/5)\,I_n$	$(1/5\cdots1/10)\,I_n$
	E	1,0 ··· 0,5 induktiv	Klemmenkurzschluß bis Nennbürde	—	—	± 0,5	± 0,5	± 1,0	± 40	± 40	± 60
	F	1,0 ··· 0,5 „		—	—	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 80	± 100	± 120
	G	1,0 ··· 0,6 „		—	—	± 1,0	± 1,5	± 2,0	—	—	—
	H	1,0		Sekundärstrom soll stark abfallen		± 5 bei I_n	—	—	—	—	—
	J	1,0		± 10	± 10	± 5 bei I_n	—	—	—	—	—

Regeln für Wandler R.E.W./1932 VDE 0414/1932	Klasse	Belastung des Sekundärkreises: Phasenverschiebung $\cos\beta_a$	Bürde	zulässiger Stromfehler in % bei Strombelastung mit: $(1,2\cdots1)I_n$	$1/1\ I_n$	$1/2\ I_n$	$1/5\ I_n$	$1/10\ I_n$	zulässiger Winkelfehler in Min. bei Strombelastung mit: $(1,2\cdots1)\,I_n$	$1/5\ I_n$	$1/10\ I_n$
	0,2	0,8 induktiv	(¼ ··· 1/1) Nennbürde	± 0,2	± 0,2	—	± 0,35	± 0,5	± 10	± 15	± 20
	0,5	„	„	± 0,5	± 0,5	—	± 0,75	± 1,0	± 30	± 40	± 60
	1	„	„	± 1	± 1	—	± 1,5	± 2,0	± 60	± 80	± 120
	3	„	(½ ··· 1/1) Nennbürde	—	± 3	± 3	—	—	—	—	—
	10	„	„	—	± 10	± 10	—	—	—	—	—

sehr großen Induktionsbereiches eine Gerade bzw. einen analytischen Ausdruck von der Form

$$g = \bar{g}\left(\frac{B}{1000}\right)^{-\varphi} \tag{18}$$

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon}\left(\frac{B}{1000}\right)^{-\psi}. \tag{19}$$

Die Konstanten dieser Gleichungen wurden für hochlegiertes Transformatorenblech nach DIN VDE 6400, Qualität IV, Stärke 0,5 mm, aus Magnetisierungskurven sowie durch Aufnahme von Stromwandlerfehlern mittels der Schering-Brücke bestimmt. Die Näherungsgleichungen (18) und (19) geben die Meßwerte von rd. 15 ··· 800 Gauß mit ausreichender Genauigkeit wieder. Im Bereich von 800 bis rd. 7000 Gauß ergeben sie zu hohe Werte. Erst über 7000 Gauß werden die Fehler größer als die aus den obigen Gleichungen bestimmten. Man wird also bei Benutzung derselben bis zu $B = 7000$ eine gewisse Sicherheit in der Rechnung haben. Zahlentafel 2 enthält die Größe der Konstanten.

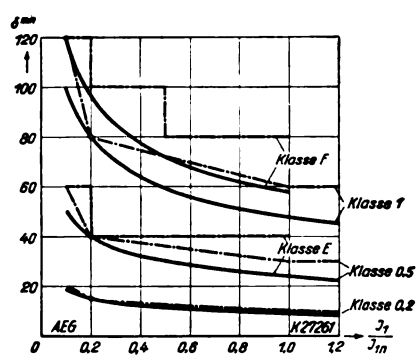


Abb. 7. Grenzen für den Fehlwinkel.

Zahlentafel 2.

Belastungswinkel $\cos\beta$	reduzierter Stromfehler g: $\bar{g}$%	φ	reduzierter Winkelfehler ε: $\bar{\varepsilon}$min	ψ
0,5	3,5	0,23	—	—
0,8	3,5	0,23	70	0,32
1,0	1,6	0,08	100	0,32

Unter Benutzung der Werte aus Zahlentafel 2 für die Näherungsgleichungen (18) und (19) ergeben sich bei $\nu = 50$ Per/s und $\gamma = 7{,}55 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³ die Strom- und Winkelfehler nach Gl. (14 a) und (15 a), wenn die Gl. (11) bis (13) herangezogen werden, bei einer Sekundärbelastung mit

$$\cos\beta = 0{,}5\text{: } f_{0,5} \approx -49{,}6\left(\frac{l}{AW_n}\right)^{1,77}\left(\frac{N_n}{G}\right)^{0,77}\left(\frac{I_{1n}}{I_1}\right)^{0,23} \tag{20a}$$

$$\cos\beta = 1{,}0\text{: } \delta_{1,0} \approx 1274\left(\frac{l}{AW_n}\right)^{1,68}\left(\frac{N_n}{G}\right)^{0,68}\left(\frac{I_{1n}}{I_1}\right)^{0,32} \tag{21a}$$

$$\cos\beta = 0{,}8\text{: } f_{0,8} \approx -49{,}6\left(\frac{l}{AW_n}\right)^{1,77}\left(\frac{N_n}{G}\right)^{0,77}\left(\frac{I_{1n}}{I_1}\right)^{0,23} \tag{20b}$$

$$\cos\beta = 0{,}8\text{: } \delta_{0,8} \approx 892\left(\frac{l}{AW_n}\right)^{1,68}\left(\frac{N_n}{G}\right)^{0,68}\left(\frac{I_{1n}}{I_1}\right)^{0,32} \tag{21b}$$

Zur Überprüfung dieser Beziehungen wurden Versuchsreihen an 2 verschiedenen Stromwandlerkernen durchgeführt, wobei einmal bei konstanter primärer Magnetisierung AW_n/l die spezifische Belastung N_n/G, das andere Mal bei konstanter spezifischer Belastung die primäre Magnetisierung geändert wurde. Die Abb. 4 ··· 6 zeigen, daß die entsprechenden Exponenten gut mit denen obiger Gleichungen übereinstimmen. Die absolute Größe der reduzierten Fehler liegt bei dem einen Wandler — teils infolge vorhandener Stoßfugen, teils infolge von Schwankungen in der Blechqualität — allerdings höher als bei dem andern.

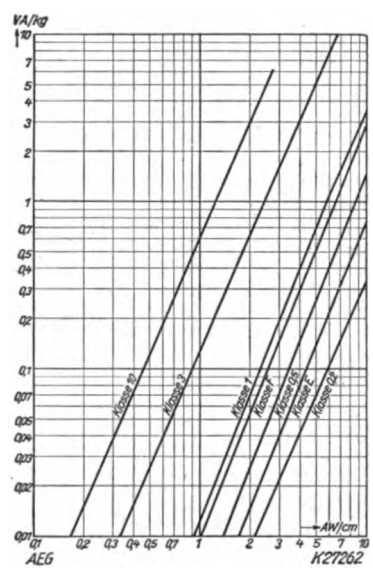


Abb. 8. Belastbarkeit normaler Stromwandler.

b) Einhaltung der Fehlergrenzen. — Nach den Gl. (20) und (21) wachsen die maßgebenden Stromfehler umgekehrt mit der 0,23ten und die maßgebenden Winkelfehler umgekehrt mit der 0,32ten Potenz der primären Strombelastung.

Zahlentafel 3.

Strombelastung %	120	100	50	20	10
maßgebende Stromfehler . . .	0,960	1	1,173	1,450	1,700
„ Winkelfehler . . .	0,945	1	1,248	1,675	2,090

Soweit in den einzelnen Klassen Grenzen für die Fehlwinkel vorgeschrieben sind, sind diese für die Auslegung maßgebend. Man überzeugt sich leicht davon, daß am ehesten der Fehlwinkel bei 1/5 Strom überschritten wird. Nur in der alten Klasse F war der Fehlwinkel von 120 min bei 1/10 Strom der kritische Punkt. Mit den Werten der Zahlentafel 3 erhält man also im Grenzfalle die Fehlwinkel in den einzelnen Klassen nach Abb. 7.

Für die Klassen 3 und 10 ist unter Zuhilfenahme der Windungsabgleichung nur die „Fehlerspanne" maßgebend, d. i. die Differenz des größten und des kleinsten auftretenden Stromfehlers. Diese Spanne darf 6 bzw. 20 % nicht überschreiten. Nun tritt der größte Stromfehler bei Nennbürde und kleinstem Primärstrom $I_1 = 0{,}5\,I_{1n}$ auf, der kleinste Stromfehler dagegen bei Nennstrom und kleinster Bürde ½ N_n.

Aus den kritischen Punkten ergibt sich aus den Gl. (20 a) ··· (21 b) die gesuchte Belastbarkeit für die einzelnen Klassen:

$$\text{Klasse } E\text{: } \frac{VA_n}{G} \approx \frac{1}{350}\left(\frac{AW_n}{l}\right)^{2,47}$$

$$\text{Klasse } F\text{: } \frac{VA_n}{G} \approx \frac{1}{94}\left(\frac{AW_n}{l}\right)^{2,47}$$

$$\text{Klasse } 0{,}2\text{: } \frac{VA_n}{G} \approx \frac{1}{830}\left(\frac{AW_n}{l}\right)^{2,47}$$

usw., vgl. Abb. 8.

Digitized by Google

An folgendem Beispiel soll die Auswertung von aufgenommenen Fehlerkurven erläutert werden.

Beispiel: Stabwandler 600/5 A. Eisenkern: Hochlegiertes Dynamoblech DIN 6400, Qual. IV, Stärke 0,5 mm.

Mittlere Kraftlinienlänge $l = 92$ cm,
aktives Eisengewicht $G = 66$ kg,
Sekundärwicklung 120 Windg., ohmscher Widerstand $r_i = 0{,}512\ \Omega$,
äußere Belastung $r_a = 2{,}40\ \Omega$, $\cos\beta_a = 1{,}0$,
gesamte Belastung des Sekundärkreises $r = 2{,}912\ \Omega$, $\cos\beta = 1$,
Leistung bei Nennstrom $N_n = 5^2 \cdot 2{,}912 = 72{,}8$ VA,
spez. Belastung $\frac{N_n}{G} = \frac{72{,}8}{66} = 1{,}10$ VA/kg,
primäre Magnetisierung[3] $\frac{AW_n}{l} = \frac{600}{92} = 6{,}52$ AW./cm,

Nenninduktion $B_n = \frac{3400 \cdot 1{,}10}{6{,}52} = 574$ Gauß,

Fehlerkonstante $K = \frac{574}{178 \cdot 6{,}52} = 0{,}494$.

1	2	3	4	5	6	7	8
Primärstrom I_1 Amp.	gemessene Fehler $-f\%$	gemessene Fehler δ min	B	$-\varrho_1\%$	ε_1 min	$\varrho\%$	β_0
600	0,85	61	569	1,86	124	4,04	64° 24′
300	0,83	81	285	1,81	164	5.10	70° 33′
120	0,87	109	113	1,90	221	6,71	74° 38′
60	0,94	131	57	2,05	265	8,04	76° 10′

Die Spalten 1 ··· 3 enthalten Meßwerte, aus denen die Werte der Spalten 4 ··· 8 durch Umkehrung der Gl. (14) bis (17) gefunden werden.

Man hat also in der Auswertung von Fehlermessungen auch ein Mittel, in ziemlich einfacher Weise Magnetisierungskurve und Verlustwinkel des Kernmaterials zu bestimmen, was besonders bei niedrigen Induktionen von Wert sein dürfte, wo die direkte Messung auf Schwierigkeiten stößt.

[3] Nach Abb. 8 sind bei 1,10 VA/kg und 6,52 AW./cm etwas größere Fehler zu erwarten, als der Klasse F entspricht.

Einiges über Antriebswerke schreibender Meßgeräte.

Von Dr.-Ing. J. Baltzer, Berlin.

Übersicht. Auf Grund mehrerer in den letzten Jahren erschienenen Abhandlungen werden zusammenfassend die an Antriebswerke schreibender Meßgeräte zu stellenden Anforderungen aufgeführt. Große, z. T. stark schwankende Kraftabgabe und trotzdem hohe Ganggenauigkeit bei schwierigen Betriebsverhältnissen sind zwei Hauptforderungen, deren Lösung wegen ihres Widerspruches oft Schwierigkeiten bereitet. Es werden einige neuere Konstruktionen beschrieben, die dieser Lösung schon weit nahekommen.

Schreibende Meßgeräte, die ja vor allem in der elektrischen Meßtechnik, aber auch zur Aufzeichnung anderer Messungen in Kessel- und Maschinenhäusern, Bergwerken, Flugzeugen und Verkehrsfahrzeugen aller Art ständig steigende Verbreitung haben, sind im allgemeinen mit einer gemäß dem Zeitablauf stetig vorgeschobenen Papierrolle versehen, auf der die Messungen laufend aufgezeichnet werden. Wenn es heute auch vielfach schon rein motorische Antriebe für den Papiervorschub gibt, so überwiegt doch bei weitem die Verwendung besonderer Uhrwerke zum Antrieb.

An solche Antriebswerke werden in der Praxis eine Reihe verschiedener, z. T. einander widersprechender Anforderungen gestellt, die übrigens mit den Genauigkeitsansprüchen und den wachsenden Anwendungsgebieten dieser Meßgeräte ebenfalls ständig gestiegen sind. So ist es zu erklären, daß in den letzten Jahren in den interessierten Fachkreisen die Fragen dieser Antriebswerke vielfach von verschiedener Seite und von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt worden sind. In der Deutschen Uhrmacher-Zeitung sind z. B. eingehende Abhandlungen erschienen[1]; diese Arbeiten wenden sich vor allem an die Hersteller der Antriebswerke. Die Leser der Zeitschrift, insbesondere die Hersteller der Meßgeräte selbst sowie deren Gebraucher, wird ein kurzer zusammenfassender Bericht über die wesentlichsten Ergebnisse dieser Abhandlungen sicher für ihre weitere Einstellung zu dieser Frage interessieren.

I. Allgemeine Anforderungen an die Antriebswerke.

Der grundsätzliche Unterschied gegenüber gewöhnlichen Uhrwerken liegt darin, daß bei diesen die Kraft der Antriebsfeder ziemlich gleichmäßig und absolut nur in geringem Umfang zur Unterhaltung der Schwingungen des Gangreglers und zum Betrieb des Zeigerwerkes beansprucht wird, während bei den Antriebswerken für schreibende Meßgeräte ganz erhebliche Arbeitsleistungen für den Papiervorschub benötigt werden, wobei der Kraftbedarf stark schwanken kann. Außerdem wird bekanntlich meist eine Umschaltbarkeit der Papiergeschwindigkeiten verlangt, die wiederum eine Änderung der Kraftverhältnisse bringt. Trotz dieser stark wechselnden Kraftverteilung, die auf den Gangregler durchaus ungünstig wirkt, werden aber gute Ganggenauigkeit, lange Gangdauer und bei alledem niedriger Preis verlangt; letzteres deshalb, weil ja das Antriebswerk nur ein Zubehörteil ist und das Gerät an sich nicht stark verteuern soll.

Hinsichtlich der verlangten Ganggenauigkeit gehen freilich die Auffassungen der genannten Verfasser noch auseinander; Wiesemann verlangt z. B. bei einer mittleren Kraftabgabe von 800 cmg und 8 Tagen Gangdauer eine Genauigkeit von höchstens ± 30 s Abweichung in 24 h, V. Voß hält dagegen diese Forderung für zu hoch und verlangt bei gleichbleibender Temperatur eine Genauigkeit von ± 1 min in 24 h und läßt für je 10 ° Temperaturschwankungen eine weitere Abweichung von ± 1 min in 24 h zu. Müller schreibt eine relative Höchstabweichung je nach der Umlaufgeschwindigkeit von 2 % der jeweiligen Umlaufszeit vor. Eine einheitliche genormte, je nach dem Verwendungszweck gestufte Vorschrift in dieser Richtung wäre zweifellos im allgemeinen Interesse.

Abgesehen von den in einem besonderen Abschnitt behandelten Methoden der Antriebsübertragungen wird von allen Verfassern die Verwendung einer guten Ankerhemmung gefordert, die bei Verwendung unter Temperaturschwankungen mit einer guten Temperaturkompensation versehen sein muß. Bei Gefahr magnetischer Felder, insbesondere in elektrischen Meßgeräten, ist eine antimagnetische Hemmung notwendig. Der Kraftbedarf der Hemmung beträgt 1,5 ··· 2,5 cmg. Die Schwingungszahl der Unruh schwankt zwischen 2/s und 30/s, ja in Sonderfällen bis zu 50/s. Für solche „Schnelläufer" sind aber Spezialanordnungen erforderlich, da eine gewöhnliche Hemmung dann nicht ausreicht.

Auf Einhaltung der genauen Zahnformen ist mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad dringend zu achten; ein Nachwälzen ist nicht statthaft. Vorteilhaft ist die Verwendung von Evolventenverzahnung, soweit eine solche in Uhrwerken überhaupt möglich ist.

Besonders wichtig ist schließlich, daß die Werke unter Belastung geregelt werden, weshalb der Besteller immer die erforderliche Belastung angeben sollte.

In manchen Fällen, insbesondere bei versenkt eingebauten Schalttafelgeräten, ist der Schlüsselaufzug aus Raumgründen unzweckmäßig, und es ist besser, einen Hebelaufzug zu verwenden.

Die Anhaltevorrichtung für die Stillsetzung des Papiervorschubes ist so auszubilden, daß das Antriebswerk bei Freigabe sofort anläuft, da sonst die oft besonders wichtigen Anfangszeiten verloren gehen.

In manchen Fällen, insbesondere in Kesselhäusern, Flugzeugen, Werkstattmeßgeräten, sind staubdichter Abschluß des Werkes und Rostschutz der Teile dringend notwendig.

[1] W. Wiesemann, Dtsch. Uhrm.-Ztg. 1928, Nr. 16; R. von Voß, ebenda 1928, Nr. 42 u. 45; H. Hoffmann, ebenda 1930, Nr. 22 u. 24; Ph. Müller, ebenda 1931, Nr. 42 u. 50; 1932, Nr. 16.

Digitized by Google

II. Kraftabgabe und Antriebsübertragung.

Die schwierigste Aufgabe liegt offenbar in der Schaffung einer solchen Kraftübertragung, daß durch die hohe und u. U. stark schwankende Kraftabgabe an das Registrierwerk nicht die Gleichmäßigkeit der Kraftabgabe an den Gangregler und damit die Ganggenauigkeit beeinflußt wird. In dieser Hinsicht lassen noch manche z. T. viel gebräuchliche Konstruktionen sehr zu wünschen übrig. Nicht allein, daß bei manchen die Registrierwelle nicht im Kraftschluß liegt, sondern der Gangregler ist z. T. auch sehr weit vom Antrieb entfernt.

Bei Fallbügelschreibern ist die genannte Aufgabe deshalb besonders schwierig, weil hier bei dem kurzzeitigen Niederdrücken des Fallbügels kurze Zeit sehr hohe Belastungen auftreten, danach wieder plötzliche und langdauernde Entlastungen, so daß die Gefahr des „Prellens" der Unruh besteht. V. Voß beschreibt eingehend einige neuere Anordnungen, die getroffen sind, um dem Gangregler möglichst unabhängig von der jeweiligen Belastung gleichmäßige Antriebskraft zuzuführen.

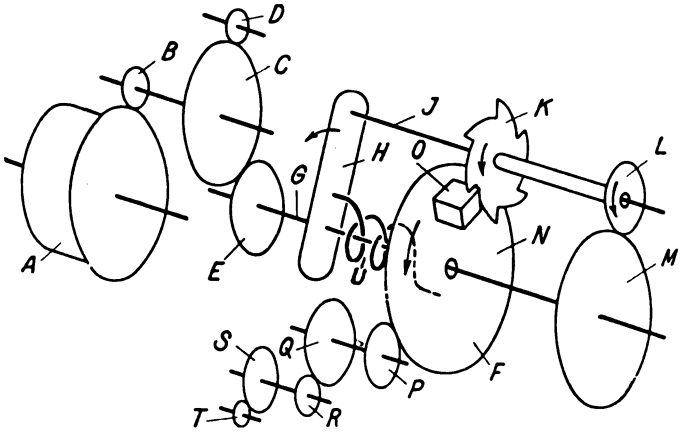


Abb. 1 Schema eines Triebwerkes mit Ausnutzung nur einer Seite der Triebfeder und Zusatzfeder für den Betrieb des Gangreglers.

Man kann z. B. das eine Ende der Zugfeder zur Kraftabgabe an das Registrierwerk, das andere nur für die Hemmung des Ablaufes durch den Gangregler benutzen und dann beide Triebwerke durch ein selbsthemmendes Schneckengetriebe kuppeln. Müller unterzieht eine solche Anordnung mit einem Differential-Federantrieb und Kupplung durch ein Schneckengetriebe einer eingehenden Kritik. Die Schwierigkeit liegt in der richtigen Ausbildung der Schnecke. Ist die Schneckenübertragung nicht selbsthemmend, so werden Kräfte aus dem Arbeitswerk auf das Regelwerk übertragen, so daß also im Verhältnis der Umschaltung der Papiergeschwindigkeit auch der Antrieb des Gangreglers schwankt; ist sie aber selbsthemmend, so muß das Regelwerk seinerseits die Schnecke mitdrehen und erfährt hierbei eine erhebliche Hemmung, besonders weil das an der Schneckenwelle angreifende Kegelräderpaar ins Schnelle überträgt und vor allem kleine Kegelräder nicht genau in der theoretischen Zahnform hergestellt werden können. Man hat daher die Ganghöhe der Schnecke so gewählt, daß sie bei mittlerer Übertragung des Wechselgetriebes für den Papiervorschub gerade noch selbstsperrend ist. In diesem labilen Zustand kann aber die Registrierwelle infolge der unvermeidlichen Zahnluft bei Überwindung der Selbsthemmung bis zu 10 % nachrücken, umgekehrt bei Selbsthemmung um den gleichen Betrag zurückbleiben, so daß sich trotz der theoretisch gleichmäßigen Kraftabgabe an den Gangregler eine schlechte Gangleistung ergeben würde.

Abb. 1 zeigt eine andere interessante Anordnung für Fallbügelschreiber von S. & H., die von den Kienzle-Uhrenfabriken hergestellt wird und von Voß näher beschrieben wird. Als kleines Beispiel sei die Arbeitsweise hier kurz erläutert. Hier dient zum Betrieb des Gangreglers eine kleine Zusatzfeder, die periodisch von der Hauptfeder nachgespannt wird, also stets gleichmäßigen Antrieb an den Gangregler abgibt. Von der Hauptfeder *A* wird über die Räder *B* und *C* das Rad *D* für den Registrierwerksantrieb betrieben. Von *C* wird gleichzeitig ein Rad *E* betrieben, das mit dem Hebel *H* auf der Achse *G* befestigt ist. An seinem freien Ende ist der Hebel *H* mit dem sperrenden System *J*, *K*, *L* verbunden, wobei *K* und *L* sich lose um *J* drehen können. *L* greift in *M* ein, so daß bei der Drehung von *G* sich *L* auf *M* abwälzt. Das lose auf *G* drehbare Rad *N* hat auf der einen Seite die in die Verzahnung von *K* eingreifende Klinke *O*. Dadurch ist zunächst *K* an der Drehung verhindert, damit auch der Ablauf der Hauptfeder gesperrt und der Hebel *H* mit dem einen Ende der Zusatzfeder *U* festgehalten. Das andere Ende der Zusatzfeder läuft, durch den Gangregler gesteuert, ab und dreht damit das Rad *N* in der Pfeilrichtung, wobei dann schließlich die Klinke *O* den Zahn des Sperrades *K* freigibt. In diesem Augenblick kann der Hebel *H* unter dem Einfluß der Hauptfeder sich in der Pfeilrichtung drehen, wobei *L*, sich auf *M* abwälzend, dreht. Auch *K* dreht sich, bis sich der nächste Zahn gegen die Klinke *O* legt, so daß die Zusatzfeder jeweils um einen Zahn, u. zw. im Abstand von je einer Sekunde, nachgespannt wird. Ist die Anordnung auch nicht ganz einfach, so hat sie sich doch infolge der gleichmäßigen Kraftgabe gut bewährt; auch die hier vorhandene absatzweise Kraftabgabe an die Registrierwelle wirkt bei den hohen Papiergeschwindigkeiten nach Voß nicht störend.

Eine andere Möglichkeit besteht, wie bei Schlaguhren, darin, zwei völlig getrennte Werke zu benutzen, deren eines, ein Windflügel-Laufwerk, die Registriertrommel betreibt, während das eigentliche, völlig unabhängige und daher auch mit gleichmäßigem Antrieb arbeitende Gehwerk nur das Windflügelwerk auszulösen, also ganz minimale Arbeit zu leisten hat. Da die Verwendung von zwei Werken aber teuer ist, wird davon heute nur selten Gebrauch gemacht.

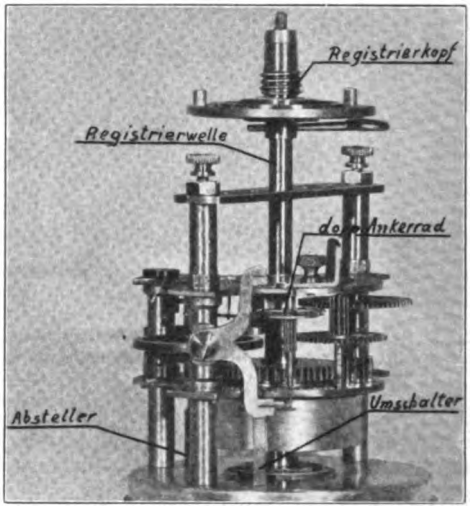


Abb. 2. Neuartiges Registrieruhrwerk mit mehrfachem umschaltbaren Ankerrad und direkter Kupplung des Federhauses mit der Registriertrommel.

Müller beschreibt schließlich ein ganz neuartiges, in der Abb. 2 gezeigtes Antriebswerk. Hier ist die Registrierwelle unmittelbar mit dem Federhaus gekuppelt, wodurch sich das ganz außerordentlich hohe Drehmoment von 2600 cmg ergibt. Die erforderliche Umschaltbarkeit auf verschiedene Papiergeschwindigkeiten wird hier einfach dadurch erreicht, daß der Gangregler selbst umschaltbar ist, indem auf der axial verschiebbaren Ankerradwelle zwei oder drei Ankerräder mit verschiedenen Zähnezahlen je nach der Umlaufgeschwindigkeit vorhanden sind, die durch axiale Verschiebung in Eingriff mit der Hemmung gebracht werden. Das Drehmoment bleibt also sowohl an der Registrierwelle als auch am Gangregler stets dasselbe. Es ändert sich dabei nur der „Fall", der freie Weg des Ankerrades, wobei bekanntlich zu großer Fall den Ankerradzähnen schadet. Diesem Einwand begegnet Müller damit, daß der schnelle Gang nur selten und stets nur kurze Zeit gebraucht werde, und daß im übrigen an die Lebensdauer eines Antriebswerkes für schreibende Meßgeräte nicht der Maßstab einer Zeigeruhr angelegt werden dürfe.

III. Zeitmarken- und Zeitschreiber.

Solange es sich um verhältnismäßig langsame Papiergeschwindigkeiten handelt, läßt sich mit den angeführten Mitteln eine genügende Genauigkeit erzielen. Bei sehr schnellen Aufzeichnungen wird dagegen die Erreichung eines genau gleichmäßigen Papiervorschubes nur mit komplizierten und teuren Mitteln möglich, so daß man dann

Digitized by Google

lieber von vornherein auf einen genau zeitgebundenen Papierablauf verzichtet und zur Zeitfeststellung Zeitmarken auf dem Papier durch besondere Zeitschreiber anbringt. Diese Apparate werden im einzelnen von Hoffmann in der genannten Arbeit beschrieben. Sie zerfallen in Zackenschreiber und Wellenschreiber. Man unterscheidet mechanische, elektromagnetische, rein elektrische und optische sowie kombinierte Vorrichtungen. Eine Einzelbehandlung würde hier zu weit führen, so daß wir uns mit dem Hinweis auf die interessante Originalarbeit begnügen.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung wenig entwickelter Länder.

Von Professor Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar, Hannover.

(Schluß von S. 284.)

Teil II.

In wenig entwickelten Ländern werden oft die gesetzlichen Grundlagen nicht ausreichen, um für den Bau und den Betrieb von Elektrizitätsverteilungsanlagen genügende Sicherheit zu schaffen. Insbesondere ist es notwendig, einen Schutz gegen mutwillige Zerstörung von Anlageteilen zu erreichen. Hinsichtlich der allgemeinen Elektrizitätsgesetzgebung dürften die Leitsätze geeignet sein, die Dr. Siegel in seinem Buche „Die Elektrizitätsgesetzgebung der Kulturländer der Erde", Band I, Seite 36, zusammengestellt hat. Sie sind das Ergebnis eingehender Studien der Bestimmungen einer großen Zahl von Ländern aller Erdteile, wobei auch Staaten in Betracht gezogen sind, die noch wenig entwickelt sind. Von diesen Leitsätzen sind die wichtigsten Teile im folgenden wiedergegeben:

1. Dem freien Spiel der Kräfte ist weitester Raum zu gewähren. Einseitige Bevorzugung der öffentlichen Hand ist zu verwerfen.
2. Die Zulassung und Durchführung von Elektrizitätsversorgungsunternehmungen soll auf Grund vertraglicher Vereinbarungen zwischen dem Verfügungsberechtigten und dem Unternehmer erfolgen.
3. Für die Erteilung von Konzessionen darf nur die Gemeinnützigkeit entscheidend sein.

   Diese ist gegeben, wenn der Unternehmer Betriebspflicht, Anschlußzwang und Preisbindung innerhalb gewisser Grenzen anerkennt und auf ein Installationsmonopol verzichtet.

   Die Konzession muß eine ausschließliche sein und das Wege- und Enteignungsrecht mit der Pflicht der Entschädigung und Haftung des Unternehmers für schuldhaft verursachten Schaden enthalten.
4. Falls sich der Verfügungsberechtigte die Eigentumsübernahme vorbehält, so muß dem Unternehmer volle Entschädigung für Sach- und Geschäftswert geleistet werden.
5. Wenn bei den zuständigen Staatsbehörden ein Beirat errichtet wird, so sind mindestens die Hälfte der Mitglieder aus den Kreisen zu entnehmen, denen die unmittelbare Verteilung der elektrischen Arbeit an die Verbraucher obliegt. Der Vorsitz darf keiner Persönlichkeit übertragen werden, die selbst Unternehmerinteressen vertritt. Gegen den Einspruch des Beirats dürfen gesetzliche Maßnahmen nicht getroffen werden.
6. Wirtschaftliche und behördliche Kompetenzen sind streng zu trennen.
7. Sicherheitsvorschriften und technische Bedingungen dürfen nur im Einvernehmen mit den zuständigen Fachverbänden erlassen werden. Eine polizeiliche Überwachung ist abzulehnen.

Schwierigkeiten kann in manchen Fällen das Fehlen eines Patentschutzes bringen. Weiter können solche Schwierigkeiten hinsichtlich der Verzollung auftreten[20], die sich z. T. durch systematische Aufklärungsarbeit und Verhandlungen beseitigen lassen.

Die Rechtsicherheit muß sich ferner auch darauf erstrecken, daß der Diebstahl von Elektrizität einerseits und von Kupferleitungen usw. anderseits verhindert werden kann.

Hinsichtlich der Unternehmungsform werden die Verhältnisse in den verschiedenen Ländern stark von einander abweichen, so daß man sich ganz nach den örtlichen Gewohnheiten wird richten müssen; ob zweckmäßig eine Einzelunternehmung oder eine Aktiengesellschaft oder ähnliches in Frage kommt, ob ein Zusammenarbeiten mit Stadt, Gemeinde, Kreis, Provinz oder Staat gut ist, oder ob ein gemischtwirtschaftliches Unternehmen sich empfiehlt, wird durchaus von den vorliegenden Gewohnheiten und den allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen abhängig zu machen sein.

Da es in weniger entwickelten Ländern nicht immer leicht sein wird, sofort eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen, und da zuweilen auch das Risiko für die Festlegung großer Kapitalien beträchtlich ist, wird man oft gezwungen sein, die Anlagen so billig und einfach wie möglich auszuführen. Höchste Wirtschaftlichkeit, die man durch Herausholung der letzten Prozente in der Ausnutzung der Betriebstoffe mit Hilfe komplizierter Einrichtungen erreicht, kann oft erst in zweiter Linie kommen. Viel wichtiger ist bei den doch meist vorliegenden außergewöhnlichen Verhältnissen, sich mit Rücksicht auf die Bedienung und die Instandhaltung der Anlagen größter technischer Einfachheit zu befleißigen. In Ländern, in denen die Betriebstoffe, wie Kohle, Öl usw., durch weite Transporte sehr teuer sind, wird eine möglichst gute Ausnutzung derselben wieder von Bedeutung sein, was man manchmal durch Abwärmeverwertung erreichen kann. Hierzu bietet sich zuweilen Gelegenheit in der Verbindung der Kraftwerke mit der Verarbeitung anderer Erzeugnisse des Landes. In manchen Teilen von China wird z. B. die Herstellung von Trockenei in Verbindung mit der Elektrizitätserzeugung erfolgreich durchgeführt.

Die Ermittlung der Anlage- und Betriebskosten vor der Durchführung des Projektes bietet oft erhebliche Schwierigkeiten. Beispiele und Erfahrungen mit ähnlichen Dingen fehlen meist völlig, weite Zufuhren, schwierige Transportverhältnisse, Mangel an geeignetem Personal usw. sind Momente, die eine Einhaltung des Anschlages sehr erschweren, so daß sich bei zu knapper Schätzung später unangenehme Rückschläge ergeben. Anderseits können zu reichliche Sicherheitsaufschläge die Durchführung solcher Anlagen überhaupt unmöglich machen.

Sehr wichtig ist es ferner, auf die Erreichung einer großen Betriebsicherheit zu achten. Häufige Betriebstörungen beeinträchtigen die Entwicklung eines Werkes, namentlich wenn von vornherein schon ein gewisses Mißtrauen bestanden hat. Betriebstörungen sind außerdem Anlaß zu Einnahmeausfällen und ihre Beseitigung erfordert Kosten. Durch höchste Betriebsicherheit dagegen wird das Vertrauen zu der Anlage gestärkt und ihre Wirtschaftlichkeit gehoben. Die Vermeidung von Störungen wird besonders die Werbung von Anschlüssen fördern. Sind Stromunterbrechungen schon bei Wohnungsbeleuchtung eine große Unannehmlichkeit, so bedeuten sie bei der Beleuchtung von Läden, Werkstätten, Fabriken usw. und bei der Anwendung von Motoren für gewerbliche Zwecke eine beträchtliche Schädigung des Abnehmers, so daß die Anschlußbewegung gehemmt wird.

Zur Erzielung einer guten Wirtschaftlichkeit ist die Kraftstromabgabe von grundlegender Bedeutung. Erst sie ermöglicht einen ununterbrochenen wirtschaftlichen Tag- und Nachtbetrieb und die Erreichung eines guten Belastungsfaktors. Bei reiner Lichtbelastung würde er nur etwa rd. 10 % betragen, während er bei Kraftbelastung auf 30 ··· 40 % und in günstigen Fällen noch darüber hinaus gesteigert werden kann. Die umfangreiche Anwendung von Kraftstrom hängt aber von dem Lohnniveau des betreffenden Landes ab. Bei sehr niedrigen Löhnen ist die Handarbeit billiger als die Maschinenarbeit, worauf schon bei der Frage der Bekohlung der Elektrizitätswerke hingewiesen wurde. In meinem Bericht[21] über die Verhältnisse in China habe ich gezeigt, daß z. B. das Pumpen von Wasser durch Kulis mit Hilfe von Tretmühlen sich billiger stellt als durch Anwendung von Maschinen, solange es sich um kleine Leistungen handelt. Bei großen Anlagen wie auch bei der Erzeugung gewerblicher Massenprodukte wird aber die Maschine auch in solchen Ländern allmählich das Übergewicht bekommen, und so werden die Elektrizitätswerke die Gelegenheit zur Kraftstromliefe-

[20] Siemens-Z. 1929, S. 200.

[21] ETZ 1931, S. 203.

Digitized by Google

rung mehr und mehr erhalten. In manchen Gegenden werden Be- und Entwässerungsanlagen ein günstiges Objekt für den elektrischen Betrieb ergeben. Bei fortschreitender Industrialisierung wird der Bau elektrischer Bahnen für den Transport der Arbeiter, der Rohstoffe und der fertigen Waren neben der Befriedigung des Allgemeinverkehrs in Frage kommen und eine günstige Ausnutzung der Kraftwerke ermöglichen.

Zur Verbilligung der Verwaltung von Kraftwerken ist es unter Umständen empfehlenswert, sie in Verbindung mit anderen technischen Einrichtungen, wie elektrischen Bahnen, Wasserwerken, Eisfabriken usw. zu bringen.

Bei rechtzeitigem, vorsichtigem und planmäßigem Ausbau der Elektrizitätsversorgung kann in weniger entwickelten Ländern die Gasversorgung ganz überflüssig gemacht werden, so daß ein Teil des Entwicklungsprozesses, wie er früher bei uns durchlaufen ist, übersprungen werden kann; die Elektrizität ist in der Lage, alle Bedürfnisse, auch der Wärmelieferung, bei richtiger Disposition zu erfüllen. Dadurch werden Anlagekapitalien gespart und einer modernen Entwicklung die Wege geebnet.

In vielen Fällen kommt die Finanzierung elektrischer Anlagen durch den Erbauer in Frage. Die Abzahlung geschieht dann gewöhnlich in längeren Zeiträumen aus den erzielten Gewinnen. Bei den dadurch notwendigen langfristigen Krediten ist es wichtig, deren Sicherheit sorgsam zu prüfen, insbesondere wird festzustellen sein, ob die gesetzlichen Grundlagen des betreffenden Landes ausreichen, um genügenden Schutz zu gewähren. Auch müssen die Währungsverhältnisse ständig beobachtet werden. Ein weiterer Faktor von grundlegender Bedeutung ist die Tarifgestaltung. Schon in weit entwickelten Ländern fordert man mit Recht Einfachheit und Leichtverständlichkeit des Tarifes, um so mehr ist dies in wenig entwickelten von Bedeutung. Man findet deswegen häufig den Pauschaltarif, der aber bekanntlich, ganz kleine Abnehmer ausgenommen, ernsten Bedenken begegnet. Denn bei ihm ist fast immer eine Partei benachteiligt, entweder der Konsument oder der Lieferer. In Gegenden, die nahe dem Äquator liegen und in denen die Dunkelheit das ganze Jahr hindurch ungefähr zu gleicher Zeit einsetzt, würde der Doppeltarif mit Vorteil angewendet werden können, weil die Umstellung der Uhren in den verschiedenen Jahreszeiten wegfällt. Für den Grundgebührentarif werden die Abnehmer in den wenig entwickelten Ländern vielfach noch nicht reif sein, so daß in den meisten Fällen der Zählertarif mit Rabatten auf Benutzungsdauer, Menge der Abnahme usw. Verwendung finden wird. Bei der Auswahl ist es natürlich wichtig, ob die Elektrizität lediglich für Beleuchtungszwecke verwendet wird, wie das vielfach der Fall ist, oder ob auch Motoren oder sonstige größere Stromverbraucher angeschlossen werden. Bei solchen Werken, die nur während der Dunkelstunden im Betrieb sind, ist der Zählertarif wohl immer angebracht.

Sehr viel findet man in wenig entwickelten Ländern, daß ein mehr oder weniger großer Kreis von Personen Anspruch auf Lieferung von Freistrom[22] stellt. Wenn dem nicht von vornherein entgegengetreten wird, kann die Wirtschaftlichkeit der Anlage erheblich leiden. Ein anderer Punkt bezüglich der Tarifgestaltung ist vielfach in den Eingriffen von Behörden usw. zu sehen. Um sich hiergegen zu sichern, ist von vornherein die Schaffung klarer Vertragsverhältnisse von größter Wichtigkeit.

Wenn wir nun zu den Fragen, die mit der Betriebsführung zu tun haben, übergehen, ist es besonders wichtig, dafür zu sorgen, daß die Beschaffung der notwendigen Betriebstoffe auf die Dauer und zu annehmbaren Preisen tunlichst gesichert ist. Weiter beachte man, daß ungünstige Einflüsse, wie Witterungsperioden (Stürme, Hochwasser, Niedrigwasser, völlige Trockenheit, Eis, Schnee usw.) sich geltend machen können, die eine Zufuhr der Betriebsmittel entweder erschweren oder sogar ganz unterbinden. Grundlegend ist auch die Schaffung bzw. Sicherung ausreichender, zuverlässiger und brauchbarer Arbeitskräfte, wobei das Vorhandensein geeigneter Wohnungen eine erhebliche Rolle spielt. Bei Mangel an technisch ausgebildetem Personal ist unter Umständen eine besondere Ausbildung durchzuführen. Eventuell ist die früher schon erwähnte Automatisierung der Anlagen (Wasserkraftwerke, Schaltanlagen usw.) vorzusehen, bei der wenig, dafür aber gutes Personal gebraucht wird.

Die Überwachung der Freileitungen, Verteilungsstationen usw. ist unter Umständen erschwert bei dem Fehlen geeigneter Straßen, Bahnen usw. Handelt es sich um große Entfernungen, so kann das Flugzeug Erleichterung schaffen. Dieses kann auch gute Dienste leisten bei der Ausführung von Reparaturen in weitab liegenden Fabriken und bei der Beschaffung von Ersatzteilen.

Die Instandhaltung von Freileitungsnetzen in besonders gewitterreichen Gegenden verursacht große Schwierigkeiten und Kosten. Auch die gute Erhaltung von Erdungen macht vielfach große Sorgen.

Wie schon erwähnt, gibt es Gegenden, in denen die Elektrizität fast ausschließlich für Beleuchtungszwecke verwendet wird. Solche Verhältnisse sind nicht etwa nur in Überseeländern anzutreffen, sondern auch in europäischen. In diesen Fällen werden die Kraftwerke nur von Eintritt der Dunkelheit ab bis zu einer gewissen Nachtstunde in Betrieb gehalten. Besteht jedoch die Möglichkeit, auch Motoren anzuschließen, so wird es eingehender Rechnung bedürfen, ob die durch Verlängerung der Betriebszeit sich ergebende Erhöhung der Betriebskosten wieder eingebracht wird. Hier spielt natürlich die Stromart, ob man Drehstrom oder Gleichstrom (Akkumulatoren) verteilt, eine große Rolle, was wiederum mit den zu überwindenden Entfernungen in engstem Zusammenhang steht. Wenn das Werk, wie das bei uns allgemein der Fall ist, 24 Stunden während des Tages betrieben wird, so kann das mit Erfolg nur geschehen, wenn eine große Zahl von Motoranschlüssen mit genügenden Betriebstundenzahlen zu erwarten ist.

Eine Vermehrung der Stromabgabe kann in wenig entwickelten Ländern durch Propagierung der Lichtreklame erzielt werden, weil dort die Menschen noch nicht so wie bei uns an die Lichtfülle gewöhnt sind; die Lichtreklame hat tatsächlich dort eine große Wirkung. Ich habe z. B. in vielen unserer Großstädte keine so verschwenderische Benutzung des Lichtes angetroffen, wie in manchen Orten Ostasiens.

Was die Belastungskurve des Elektrizitätswerkes anbelangt, so sind die Möglichkeiten zu einer Verbesserung bei 24stündigem Betrieb natürlich nur dann gegeben, wenn gewerbliche und industrielle Stromabnehmer vorhanden sind. Da die Zahl derselben meist nicht sehr groß ist, wird eine Einflußnahme durch Regelung der Abnahmezeit einfacher sein als bei Werken in entwickelten Ländern mit ihren Tausenden und Hunderttausenden von Abnehmern.

Die Betriebsicherheit einer Elektrizitätsverteilungsanlage ist, wie schon erwähnt, von großem Einfluß auf die Steigerung des Absatzes; sie muß unbedingt tunlichst hochgehalten werden, trotz der früher erwähnten einfachen Einrichtungen, mit denen man zu arbeiten gezwungen ist. Es ist eben notwendig, genügend Reserveteile zur Verfügung zu haben, namentlich wenn solche im Falle eines Defektes von weither beschafft oder Reparaturen nur in weitab liegenden Werkstätten ausgeführt werden können. Betriebstörungen schädigen aber das Ansehen des Werkes außerordentlich, verärgern die Abnehmer, bewirken Einnahmeverminderung und Erhöhung der Ausgaben. Es ist deswegen wichtig, daß die Betriebsleitung möglichst weitgehend in die Hände erfahrener Ausländer gelegt wird, die ganz allmählich inländische Kräfte ausbilden können. Die vielfach anzutreffende Tendenz, Ausländer möglichst bald aus dem Betriebe herauszubringen und Eingeborene dafür hineinzusetzen, wird meist zum Schaden des Unternehmens auslaufen. Es ist besonders wichtig, hier vor Übereilung zu warnen, und zwar deswegen, weil Elektrizitätsverteilungsanlagen sich meistens schnell entwickeln und bald weiter ausgebaut werden müssen. Dazu gehören aber Erfahrungen, über die nur derjenige verfügt, der in weit entwickelten Ländern solche bereits gesammelt hat. Elektrische Kraftwerke und Netze stellen eben industrielle Anlagen dar, die dauernd im Ausbau begriffen sind und eigentlich nie fertig werden.

Es gibt oft elektrische Anschlußanlagen in Industriezweigen, die nur saisonmäßig arbeiten. Wenn solche und zuweilen auch dazugehörige Netzteile und Schaltstationen in Gegenden mit großer Feuchtigkeit längere Zeit außer Betrieb sind, können sich schädigende Einflüsse auf die Isolierung geltend machen. Es ist dann zu beachten, daß vor Wiederaufnahme des Betriebs eine Trocknung von Maschinen, Transformatoren, Motoren usw. vorgenommen wird. Außerdem muß man bei Inbetriebnahme solcher Anlagen, besonders bei denen mit höherer Spannung, die letztere langsam erhöhen, um Schichten von Feuchtigkeit, die sich auf der Oberfläche niedergeschlagen haben, allmählich zu verdampfen.

[22] ETZ 1931, S. 202.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Amerikanische Industrie zu 81,8 % elektrisiert. — Erhebungen aus den Jahren 1925, 1927 und 1929 werden ausgewertet. Der Leistungsbedarf stieg von 1927 bis 1929 um mehr als 4,1 Mill PS (10 %), davon entfallen 3,64 Mill PS auf gekaufte Energie, der Rest auf eigene Kraftanlagen (Maschinen mit Dampfantrieb, Wasserantrieb oder Verbrennungsmotoren).

Der auf einen Lohnempfänger entfallende Leistungsbetrag stieg rascher als die Zahl der Arbeiter, ein Zeichen der fortgeschrittenen Mechanisierung:

Jahr	1925	1927	1929
PS/Lohnempfänger	4,27	4,65	4,92
Mill Lohnempfänger	8,38	8,35	8,74

Für 1931 wird ein entsprechender Rückgang der Zahlen erwartet.

Zahlentafel 1. Kraftbedarf und -Deckung in den amerikanischen Industriezweigen 1929.

Lfd. Nr.		Gesamter Kraftbedarf	Antriebsmaschinen der eigenen Kraftanlagen	Elektromotoren			
				versorgt durch Strombezug		versorgt durch Eigenanlagen	
		Tausend PS	Tausend PS	Anzahl	Tausend PS	Anzahl	Tausend PS
1	Nahrungsmittel-Industrie	4 608	1 776	356 621	2 832	67 938	643
2	Textilindustrie	4 146	1 989	486 793	2 157	160 246	1 045
3	Holzindustrie	3 674	2 422	161 803	1 252	75 085	901
4	Papierindustrie	3 167	2 207	68 591	959	53 177	1 249
5	Druckereien, graphisches Gewerbe	649	43	255 791	606	8 468	31
6	Chemische Industrie	2 312	1 084	102 966	1 228	53 939	553
7	Kohlen- und Erdölindustrie	1 755	1 142	26 509	613	22 031	604
8	Gummiindustrie	821	249	33 266	572	11 882	241
9	Lederindustrie	436	201	59 127	236	15 781	120
10	Steine-, Ton- und Glasindustrie	2 854	1 056	96 430	1 799	29 615	813
11	Eisenhüttenwesen	9 201	5 409	222 667	3 792	130 512	4 107
12	Metallhüttenwesen	1 570	517	97 620	1 053	23 635	344
13	Maschinenbau	3 647	832	393 554	2 815	101 601	793
14	Fahrzeugbau (Luft-, Land-, See-)	2 271	563	196 548	1 709	49 949	482
15	Eisenbahnwerkstätten	1 153	442	47 460	711	19 766	278
16	Verschiedenes	664	224	119 097	441	28 807	173
	Insgesamt	42 931	20 155	2 724 843	22 776	852 432	12 376

Die erfaßten Industriezweige sind in 16 Gruppen eingeteilt, vgl. Zahlentafel 1 (gekürzt wiedergegeben). Hierbei ist die Gruppe Eisenhüttenwesen führend, in großem Abstand folgen die Nahrungsmittel- und Textilindustrien. Anders ist das Bild bei Bezug auf die gesamte Kraftversorgung innerhalb einer Gruppe. Das Verhältnis: Leistung der Elektroantriebe zu Leistung der gesamten maschinellen Antriebe gibt den „Elektrisierungsgrad". Er ist fast 99 % im Maschinenbau und der Gummiindustrie; am niedrigsten (etwas unter 60 %) in der Holzindustrie; im Durchschnitt 81,8 %.

Das Verhältnis: Eigenkraftanlagen zu Gesamtkraftbedarf ist am niedrigsten (5 %) bei den Druckereien, am höchsten beim Eisenhüttenwesen (44 %).

Jede Gruppe mit Ausnahme der Textilindustrie hatte 1929 einen höheren Kraftbedarf als 1927.

Die durchschnittliche Leistung je Motor ist gesunken, was als Folge des weiteren Übergangs vom Gruppenantrieb zum Einzelantrieb angesehen wird. (Electr. Wld., N. Y. Bd. 100, S. 118.) *v. R.*

Elektromaschinenbau.

Versuche über die Vorgänge in der Dämpferwicklung einer Synchronmaschine beim Pendeln. — Das Ziel der Arbeit[1] ist einerseits eine möglichst genaue Messung der Dämpfungskonstanten, u. zw. ohne Dämpferwicklung und bei 3 verschiedenen Anordnungen des Dämpfers (Einzelpol-, Zwischenpol-[2] und Käfigdämpfung), anderseits die Messung des Stroms in der Dämpferwicklung nach Kurvenform, Betrag der Grundschwingung und Verteilung auf die Stäbe. Die Dämpfungskonstante wurde dadurch bestimmt, daß bei Resonanz im eingeschwungenen Zustand die Drehmoment- und die Drehzahlschwankung gemessen wurden. Die Ströme in der Dämpferwicklung wurden so ermittelt, daß an jedem Stab der Ohmsche Spannungsverlust abgegriffen und mit dem Oszillographen aufgenommen bzw. über einen Gleichrichter mit einem Drehspulgalvanometer gemessen wurde. Untersucht wurde eine Synchronmaschine von 1,6 kW Nennleistung. Die erreichte Genauigkeit (etwa 10 %) genügte, um die Ergebnisse mit den Theorien von Schumann[1], Liwschitz[2] und Dreyfus[3] zu vergleichen.

Im einzelnen erwies sich bei der Synchronmaschine ohne Dämpferwicklung die Dämpfungskonstante im ganzen untersuchten Bereich als negativ. Dies ist zwar im Einklang mit der Theorie, aber die gemessene Konstante weicht von der gerechneten sehr stark ab. Auch bei Einzelpoldämpfung ist die absolute Dämpfungskonstante negativ, ihr Betrag aber etwas kleiner als ohne Dämpferwicklung; die Dämpfungskonstante der Dämpferwicklung selbst ist also positiv. Der Unterschied ist aber so klein, daß aus der Messung nur die Größenordnung der Dämpfungskonstanten bestimmt werden kann. Diese stimmt mit der Rechnung sowohl nach der Theorie von Schumann als auch nach der von Liwschitz ungefähr überein. Bei der Messung der Ströme ergab sich, daß außer der Grundschwingung noch starke Schwingungen hoher Frequenz vorhanden sind und daß die Ströme — entgegen aller Erwartung — auch bei Leerlauf ganz unsymmetrisch auf die einzelnen Stäbe verteilt sind. Die Ursache wurde in der durch den Ohmschen Widerstand der Ankerwicklung verursachten Längsfeldschwankung erkannt.

Bei der Zwischenpol- und Käfigdämpfung dagegen ist die absolute Dämpfungskonstante fast im ganzen untersuchten Bereich positiv, nur bei starker Übererregung und kleiner Leistung ist sie negativ. Die Dämpfungskonstante der Dämpferwicklung ist hier rd. 10mal so groß wie bei Einzelpoldämpfung. Sie hängt stark von der Erregung ab, u. zw. ist sie bei größerer Erregung kleiner; von der Wirkleistung ist sie dagegen fast unabhängig. Der Vergleich mit der Theorie ergibt nach Schumann etwa doppelt so große Werte der Dämpfungskonstanten als gemessen, nach Liwschitz etwa das Vierfache. Es wird gezeigt, daß an diesen Unstimmigkeiten hauptsächlich der große Unterschied zwischen dem „ideellen" Pendelwinkel und dem tatsächlichen schuld ist.

Die Ströme in den Dämpferstäben sind bei Zwischenpol- und Käfigdämpfung ebenfalls unsymmetrisch verteilt. Aus den gemessenen Strömen und dem bei Leerlauf und normaler Erregung bekannten Magnetfeld unter den Polen läßt sich für diesen Fall die Dämpfungskonstante berechnen; der so errechnete Wert stimmt mit dem gemessenen ganz gut überein. (R. Kümmich, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 11, S. 773.)

Beleuchtung.

Internationale photometrische Einheiten und Normallichtquellen. — Die Einheit der Hefnerkerze beruht bekanntlich auf der nach bestimmten Richtlinien hergestellten und betriebenen Hefner-Alteneck-Lampe. Als Inter-

[1] Vgl. Dissertation T. H. Stuttgart 1930. (Ungekürzter Abdruck für 2 RM vom Elektrot. Institut der T. H. zu beziehen.)

[2] Unter Zwischenpoldämpfung ist die Anordnung verstanden, daß die Dämpferstäbe einer Polhälfte mit der zur Polllücke symmetrisch liegenden Hälfte des benachbarten Pols verbunden sind.

[1] W. O. Schumann, Dissertat. T. H. Karlsruhe 1912.

[2] M. Liwschitz, Arch. Elektrotechn., Bd. 10, S. 96 (1921).

[3] L. Dreyfus, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 29, S. 323 (1911), und Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 17, S. 295 (1926).

Digitized by Google

nationale Kerze, zwischen Frankreich, England und Amerika vereinbart und von der Internationalen Beleuchtungskommission 1921 angenommen, gilt ein bestimmter Bruchteil der mittleren horizontalen Lichtstärke von 45 Kohlefadenlampen, die im Bureau of Standards, Washington, aufbewahrt werden. Beim Übergang von Kohlefaden- auf gasgefüllte Lampen wurde nicht einheitlich verfahren, so daß die nach verschiedenen Verfahren und durch verschiedene Beobachter gewonnenen Ergebnisse sich nicht decken. Als Ausweg aus diesem unbefriedigenden Zustand, der vor allem auf der Willkür in der Wahl der Einheit beruht, wird von verschiedenen Stellen die Schaffung einer Einheit betrieben, die unter genau definierten Verhältnissen mit Sicherheit und genügender Genauigkeit reproduziert werden kann. Ferner sollen Verfahren vereinbart werden, nach denen die Messung der Lichtquellen verschiedener Farben erfolgen soll. Die internationale Verständigung über eine solche Lichteinheit und derartige Meßverfahren ist zur Zeit im Gange. Die beiden in dieser Frage bisher nebeneinander arbeitenden Organisationen — das Internationale Komitee für Maß und Gewicht und die Internationale Beleuchtungskommission — haben einen gemeinsamen Ausschuß zur endgültigen Klärung geschaffen. Es herrscht allerseits Einigkeit darüber, daß sich elektrische Glühlampen irgendwelcher Art als Primär-Urmaß nicht eignen, da sie sich im Gebrauch ändern. Bereits 1924 empfahl die Internationale Beleuchtungskommission den schwarzen Körper als Ausgangspunkt für die Festlegung einer Lichteinheit. Drei Bestimmungen der Leuchtdichte des schwarzen Körpers, von denen zwei in den V. S. Amerika, eine in Deutschland gemacht wurden, haben als Festpunkt den Schmelzpunkt des Platins benutzt. Die Ergebnisse stimmen nicht genau miteinander überein. Die letzte amerikanische Bestimmung ist jedoch mit einer verhältnismäßig einfachen Vorrichtung gewonnen worden, mit der eine wesentliche Erhöhung der Genauigkeit möglich erscheint. Man hat sich daher allgemein entschlossen, als Lichtnormal die Strahlung des schwarzen Körpers bei der Temperatur des schmelzenden Platins zu wählen. An den Arbeiten ist seit längerer Zeit auch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beteiligt. Die Vorbereitungen sind soweit gediehen, daß ein Abschluß der Arbeiten in nicht zu ferner Zeit zu erwarten ist.

Die Vereinbarung von Meßverfahren für die heterochrome Photometrie ist praktisch vielleicht von noch größerer Bedeutung als diejenige eines internationalen Lichtnormals. Da es ein „normales Auge" nicht gibt, müssen hinsichtlich der Eigenschaften des Auges bestimmte Annahmen vereinbart werden. Eine solche Vereinbarung ist in der Internationalen Beleuchtungskommission bereits getroffen worden. Bezüglich der Wahl des Photometers ist 1931 festgestellt worden, daß allgemein das spektrophotometrische Verfahren mit Berücksichtigung der vereinbarten Normal-Augenempfindlichkeitskurve die am meisten befriedigenden Ergebnisse liefert. Die internationalen Beratungen werden auch im laufenden Jahre gefördert, so daß Hoffnung auf eine baldige Einigung über die beiden praktisch äußerst wichtigen Grundfragen der Photometrie besteht. (Bericht des amerikanischen Komitees über Einheiten und Bezeichnungen, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27, S. 38.) *F. Bn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Leichtmetall-Stadtbahnwagen. — Im Betriebe der Berliner Stadt- und Ringbahn laufen z. Z. Wagen, bei deren Bau Leichtmetalle weitgehend verwendet wurden, um die Gewichte der „leichten Stahlwagen" noch weiter zu senken und zu erproben, ob und inwieweit solche Leichtmetallwagen hinsichtlich Lauf, Festigkeit und Dauerhaftigkeit mit jenen wettbewerbsfähig erscheinen. Unterstützt wurde dieser Versuch durch die neu geschaffenen Wagenbauprofile bis 160 mm Steghöhe und die verbesserte Nietung mit Leichtmetallnieten, die bis 16,8 mm Dmr. unter Benutzung eines rotierenden Döppers, der eine vorstehende kreuzförmige Arbeitsleiste besitzt, kalt geschlagen werden können. Je zwei Trieb- und Steuerwagen wurden von der Waggonfabrik Linke-Hofmann-Busch-Werke AG., Werk Bautzen, und der Waggonfabrik Wegmann & Co. in Kassel gemeinsam mit den Leichtmetallwerken und in engster Zusammenarbeit mit der Reichsbahn hergestellt, die sich in konstruktiven Einzelheiten etwas voneinander unterscheiden. Die beabsichtigte Erprobung der Wagen im öffentlichen Verkehr erforderte unbedingte Betriebsicherheit der Konstruktion und Widerstandsfähigkeit auch bei Unfällen. Hier müssen in erster Reihe die Untergestelle die von der Kupplung auf sie übertragenen Stöße aufnehmen. Die geringe Kerbfestigkeit der Leichtmetalle veranlaßte daher, die Hauptlangträger und Hauptquerträger, die Kopfstücke wie bei den Stahlwagen aus hochwertigem Stahl herzustellen und nur Leichtmetall für die mittleren Querträger und leichten Apparateträger zuzulassen. Ebenso wurden die als Tragkonstruktion ausgebildeten Seitenwände, die Zwischenwände, Dachbleche, Schiebetüren der Wagenkasten und ihre innere Einrichtung aus Leichtmetall hergestellt. Die Drehgestelle gleichen denen der Stahlwagen. Beim Anstrich der Leichtmetallwagen wurden die Oberflächen der Verkleidungsbleche aus Lautal sorgfältig entfettet und durch Abreiben mit Glaspapier oder besser mittels Sandstrahlgebläses aufgerauht. Der Leichtmetall-Wagenkasten ist mit dem Untergestell aus Stahl durch Lautalniete verbunden, wobei alle Berührungsflächen zwischen Stahl und Leichtmetall durch einen besonderen Schutzanstrich gegen Korrosion geschützt sind. Die Schiebetüren sind teils aus Silumingguß, teils aus Lautalblech gefertigt. Letztere sind leichter und billiger. Zur Erhöhung der Wärmehaltung sind die inneren Seitenwände in der Wagenwand mit Rupfen beklebt.

Die Gewichtsersparnis bei den Leichtmetallwagen gegenüber den leichten Stahlwagen ergibt sich beim Triebwagen Busch zu 9,6 %, beim Steuerwagen Busch zu 11,6 %, bei den Wagen von Wegmann entsprechend zu 5,8 % und 7,4 %. Im Ganzzug (acht Wagen beider Firmen) stellt sich die Gewichtsverminderung auf 22 000 kg = 8,5 % gegenüber einem Ganzzug aus leichten Stahlwagen. Diese dürfte sich aber auf 29 800 kg = 11,5 % erhöhen, wenn nur Busch-Wagen genommen und bei diesen auf eine jetzt eingebaute Versuchsfederung, die eine gleichmäßige Abfederung des Wagens bei verschiedener Belastung bezweckt und ein Mehrgewicht von rd. 1400 kg verursacht, verzichtet wird. Ferner dürften die Betriebserfahrungen mit den Leichtmetallwagen zu weiterer Entwicklung der Konstruktionen führen, die der Eigenart der Leichtmetalle noch mehr Rechnung tragen und damit auch eine weitgehendere Verwendung derselben ermöglichen, so daß noch eine weitere Steigerung der Gewichtsverminderung erreicht wird. Die jährliche Ersparnis an Stromkosten wird bei einer Gewichtsverminderung des Stahlganzzuges um 30 t zu 5000 RM je Zug und bei gegenwärtig 168 Ganzzügen im ganzen Berliner Schnellbahnbetrieb zu 840 000 RM = 10 % der gesamten Stromkosten berechnet. Dazu kommen die Vorteile geringeren Bremsklotz- und Radreifenverschleißes, geringerer Schienenabnutzung usw. Die mit den Leichtmetallwagen bei verschiedenen Belastungen ausgeführten Probefahrten zeigten einen durchaus befriedigenden Verlauf in Hinblick auf Durchbiegung, Laufeigenschaften, so daß sie in den planmäßigen Schnellbahnverkehr eingestellt werden konnten. Hier wird auch die Frage der Wirtschaftlichkeit zu prüfen sein, da die Beschaffungskosten der Wagen rd. 50 % höher sind als bei den leichten Stahlwagen und die Unterhaltungskosten wie die Lebensdauer jetzt noch unbekannt sind. (G. Wagner, Glasers Ann. Bd. 109, S. 100.) *Pge.*

Fernmeldetechnik.

Verzerrungen bei der Modulation mittels Eisendrossel, untersucht am Maschinensender. — Wird die hochfrequente Energie eines Senders mittels der Pungsschen Eisendrossel mit überlagerter Gleichstrommagnetisierung moduliert, so treten Rückwirkungen auf, die eine verzerrte Modulation zur Folge haben. Während des Modulationsvorganges werden Selbstinduktion und Verlustwiderstand der Eisendrossel abhängig vom überlagerten Gleichstrom geändert. Diese Änderungen im modulierten Schwingkreise übertragen sich auf die mit diesem gekoppelten Vorderkreise und sind — bezogen auf einen bei mittlerer Vormagnetisierung eingestellten Arbeitspunkt — innerhalb einer Modulationsperiode verschieden groß, da Selbstinduktion und Verlustwiderstand der Eisendrossel sich nicht linear mit der Magnetisierung und auch nicht symmetrisch zum Arbeitspunkt ändern. Beim Röhrensender bedingen solche Rückwirkungen eine unerwünschte Frequenzmodulation, beim Maschinensender stören sie die Frequenzvervielfachung. Es wurde beim Maschinensender gefunden, daß infolge der in den beiden Halbperioden eines sinusförmigen Modulationsganges ganz verschieden großen Rückwirkungen auf den Stoßkreis der Vorgang der Schwingungserzeugung beeinträchtigt wird, weil die Bedingungen für den günstigsten Stoßeinsatz zerstört werden. In der Halbperiode der sehr starken Rückwirkung durch die Eisendrossel kann die Phasenverschiebung der freien Schwingung im Stoßkreis so ungünstig werden, daß infolge des gestörten Stoßeinsatzes während

Digitized by Google

dieser Zeit dem Stoßkreis Energie entzogen wird, in der folgenden Halbperiode dagegen bei nur geringer Rückwirkung wieder besonders günstige Bedingungen für den Stoßanfang und die Energiezufuhr gegeben sein können. Die Lage der verzerrten Zonen innerhalb des niederfrequenten Übertragungsbereichs hängt im wesentlichen von der modulierenden Frequenz, nicht aber von deren Amplitude ab. Zur Vermeidung dieser Erscheinungen wird eine neue Modulationsmethode angegeben (DRP. 499 342 vom 7. VIII. 1928), die alle diese Rückwirkungen kompensiert und eine vollkommen einwandfreie Modulation mittels der Pungsschen Eisendrossel gewährleistet. Hervorzuheben ist, daß durch diese Anordnung Antennenkennlinien erzielt werden können, die in hohem Maße geradlinig sind. (Pohontsch, Dissertation T. H. Dresden.) *Sb.*

Das Fernsprechwesen in den Niederlanden 1931. — Die wirtschaftlichen Verhältnisse lasteten im Berichtsjahr noch fühlbarer auf der Verwaltung als 1930, doch nahm die Zahl der Anschlüsse dank dem günstigen Einfluß der neuen Tarife um doppelt so viel zu als vor 1930, u. zw. um 15 432 (1930: 8894). Der neue Ortsgesprächstarif wurde 1931 in Leeuwarden, Gouda, Den Helder und Dordrecht eingeführt, nachdem die erforderlichen technischen Einrichtungen eingebaut waren. Rd. 66 % der Teilnehmer in den größeren Städten und bis zu 100 % in den kleinsten Netzen hatten von der Umstellung vom Pauschtarif auf den Gesprächstarif geldlichen Nutzen, und in Orten mit früherem Klassentarif wurden etwa 85 % der Teilnehmer durch die Einführung des Gesprächstarifs besser gestellt. Die stärkere Differenzierung des Ferngesprächstarifs durch Schaffung von vier Gebührenzonen bewirkte ein Anschwellen des Verkehrs, besonders in der 10 Cent-Zone, in der 2 154 200 Gespräche mehr als im Vorjahr geführt wurden (Zunahme 40,2 %). Der Anteil dieses Verkehrsanstiegs im Rahmen der gesamten Gesprächverkehrszunahme im Jahre 1931 um 43 692 916 Gespräche ist rd. 58 %.

Die Zahl der Sprechstellen in den Niederlanden, einschließlich derjenigen in den drei konzessionierten gemeindlichen Netzen von Amsterdam, den Haag und Rotterdam, belief sich beim Jahresschluß auf 325 799 (1930: 306 554), d. s. auf 100 Einwohner 4,04 (1930: 3,86) oder auf 1 km² 9,53 (8,96) Sprechstellen. Gegen Ende des Jahres 1931 umfaßte das niederländische Fernnetz 3747 Verbindungen, davon wie im Vorjahr 195 für den Auslandsverkehr. Der Zuwachs beträgt 280 Verbindungen.

Mit dem Ausland bestanden am 31. XII. 1931 195 Verbindungen, u. zw. mit Deutschland, Belgien, England, Frankreich, Schweiz, Österreich, Schweden, Luxemburg und Tschechoslowakei, davon 111 mit Deutschland.

Im Berichtsjahr begann die niederländische Verwaltung mit der Durchführung der Netzumgestaltung. Es wurden die 22 Hauptorte der künftigen Selbstanschlußbezirks-Netze festgelegt und die 5 Bezirke Leeuwarden, Hengelo (Ov.), Deventer, Arnheim und Haarlem eingerichtet. Um ein gutes Zusammenarbeiten aller holländischen Bezirksnetze zu erreichen, soll das ganze Land nach Möglichkeit mit einem einheitlichen Selbstanschlußsystem ausgerüstet werden. Zu den im vergangenen Jahre dazu getroffenen Vorbereitungen gehört u. a. der Abschluß eines entsprechenden Lieferungsvertrages mit der Siemens & Halke AG. in Berlin. 184 481 Sprechstellen, d. s. 56,62 % des Gesamtbestandes, wurden Ende 1931 mit Selbstanschluß betrieben.

Die Erweiterung des Fernkabelnetzes wurde 1931 eifrig gefördert. 457,9 km Kabel, mit deren Auslegung im Vorjahr begonnen worden war, wurden in Betrieb gestellt und weitere 467,9 km Fernkabel ausgelegt, waren jedoch beim Jahresschluß noch nicht betriebsfertig. Gegen Ende des Jahres wurde die erste Gruppe der nach dem neuen Sternvierersystem verfertigten Kabel Amsterdam—Utrecht III und Utrecht—s'Hertogenbosch—Eindhoven in Dienst gestellt. Auch eine Anzahl Bezirkskabel wurde 1931 in Betrieb genommen. Mit dem in Scheveningen Radio errichteten Telephoniesender wurden im Berichtsjahr Sprechversuche mit Schiffen in See angestellt, die im November zur Eröffnung dieses Dienstes führten.

Der vorläufige Schnellverkehr zwischen Rotterdam und den Haag ist jetzt auf 32 Verbindungen, der zwischen Rotterdam und Amsterdam (Richtung Amsterdam) auf 8 Verbindungen eingeführt. Die endgültige Gestaltung dieses Verkehrs sowie die Einführung des Schnellverkehrs zwischen Amsterdam und den Haag war Ende 1931 in Vorbereitung.

Der Inlandsfernverkehr wies eine Steigerung um 15,3 % (1930: 15 %) gegen das Vorjahr auf. Die Zahl der Inlandsferngespräche betrug 27,8 Mill gegen 24,1 Mill im Jahre 1930. Im Vergleich zu 1925 hat sich der Inlandsfernverkehr im Jahre 1931 um 95 % gehoben. Auf 100 Einwohner kamen 1931 374 (1930: 334) Ferngespräche.

Der Sprechverkehr mit dem Ausland wurde auf folgende Länder ausgedehnt: Rumänien, Balearen, Kanarische Inseln, Siam, Neuseeland, Venezuela und Spanisch-Marokko. Wegen der Aufnahme der Sprechbeziehung mit Bulgarien schwebten Ende 1931 noch Verhandlungen.

Die Zahl der im Jahre 1931 abgewickelten Auslandsgespräche belief sich auf 2 314 254 gegen 2 296 435 im Jahre 1930, so daß ein Zuwachs von 17 819 zu verzeichnen ist. Im Funkfernsprechverkehr mit Niederländisch-Indien wurden 1931 3471 bezahlte Gespräche gegen 4151 im Jahre zuvor geführt. Die Zahl der Voranmeldungen im Verkehr mit dem Ausland wird mit 63 523, die der XP-Gespräche mit 1901 angegeben.

Die Einnahmen und Ausgaben des Fernsprechdienstes im Berichtsjahr gehen aus nachstehender Übersicht hervor:

	Einnahmen Gulden	Ausgaben Gulden	Überschuß (+) oder Mindereinnahme (−) gegen 1930 Gulden
Fernverkehr	17 135 344	13 170 973	+ 3 964 371
Ortsverkehr	10 048 967	9 564 610	+ 484 357
Funksprechverkehr .	177 653	371 060	— 193 407
zusammen:	27 361 964	23 106 643	+ 4 255 321

(Geschäftsbericht für 1931 der niederländ. Post- u. Telegr.-Verw.)

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die Erzeugung ist im Dezember

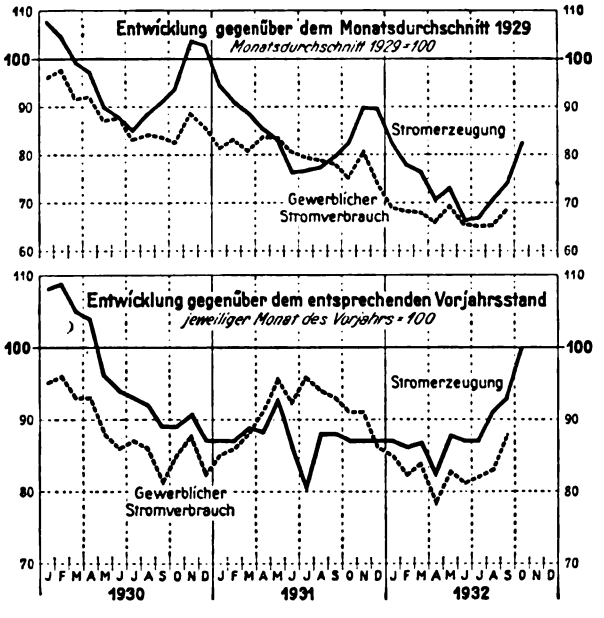


Abb. 1. Entwicklung des Stromverbrauchs 1930 ··· 1932.

1932 weiter gestiegen; sie übertraf die Produktion des November um 72,3 Mill kWh (6 %, arbeitstäglich um 0,9) und die des Dezember 1931 um 55,0 Mill kWh (4 %, arbeitstäglich um 0,2). Insgesamt haben die statistisch erfaßten 122 Werke 1932 rd. 13,0 Mrd kWh erzeugt, d. s. 1,3 Mrd oder 9 % weniger als im Vorjahr (14,3 Mrd) und 3,9 Mrd bzw. 23 % weniger als 1929 (16,9 Mrd). Wie das Statistische Reichsamt mitteilt, betrug der Produktionsrückgang gegenüber dem entsprechenden Vorjahresstand im 1. und 2. Vierteljahr 1932 je 14 %, im 3. rd. 9 % und im 4. Quartal 0,5 %. Während für den November Angaben über den Anschlußwert fehlen, ergibt sich, daß der Verbrauch der gewerblichen Abnehmer in diesem Monat, verglichen mit dem des Oktober, um 0,7 Mill kWh gesunken, arbeitstäglich aber um 0,6 gewachsen ist; hinter dem Konsum des November 1931 blieb er um 15,8 Mill kWh bzw. arbeitstäglich um 1,3 Mill kWh zurück. Im Dezember ergab sich eine Steigerung um 8,4 Mill kWh gegen den Vormonat und 9,4 Mill kWh gegenüber dem Parallelmonat von 1931 (je-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 250, 347; 1933, S. 264.

Digitized by Google

weils 2 %), arbeitstäglich jedoch eine Abnahme um 0,3 bzw. 0,2 Mill kWh. Die Entwicklung des Stromverbrauchs in den Jahren 1930/32 zeigt Abb. 1[2].

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer							
			insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	15,0	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0	4,8	4,6	381,4	444,4	15,9	18,5	3,3	4,0
VI.	26	26	954,7	1095,6	36,7	42,1	4,8	4,6	387,8	463,3	14,9	17,8	3,1	3,8
VII.	26	27	962,9	1146,3	37,0	42,5	4,8	4,6	385,2	475,7	14,8	17,6	3,1	3,8
VIII.	27	26	1057,2	1115,6	39,2	42,9	4,8	4,6	402,7	455,4	14,9	17,5	3,1	3,8
IX.	26	26	1070,0	1147,9	41,2	44,1	4,8	4,6	406,1	451,6	15,6	17,4	3,3	3,7
X.	26	27	1187,0	1236,6	45,7	45,8	4,8	4,7	417,8	450,0	16,1	16,7	3,4	3,6
XI.	25	24	1228,0	1197,4	49,1	49,9	.	4,7	417,1	432,9	16,7	18,0	3,5	3,9
XII.	25	25	1300,3	1245,3	50,0	49,8	.	4,7	425,5	416,1	16,4	16,6	3,4	3,5

[2] Aus Wirtsch. u. Statist. Bd. 12 (1932), S. 729.

fm.

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrowerke AG., Berlin. — Die Elektrowerke AG. hat auf ihrer Braunkohlengrube Golpa die seit ungefähr einem Jahr stillstehende Abraumförderbrücke wieder in Gang gesetzt. Außerdem ist beabsichtigt, im Tagebau I in nächster Zeit einen weiteren Abraumbagger in Betrieb zu nehmen. Die Belebung hat bereits Arbeitereinstellungen zur Folge gehabt. Laut Beschluß der letzten Generalversammlung erhöhten die Elektrowerke AG. ihr Aktienkapital von 90 auf 110 Mill RM. Die neuen Aktien werden zu 125 % von der Vereinigte Industrie-Unternehmungen AG., der Holdinggesellschaft der reichseigenen Betriebe, als alleiniger Aktionärin übernommen.

Verkauf der Bank Elektrischer Werte AG. — Die Aktienmehrheit der BEW ist aus dem Besitz der AEG an die AG. Sächsische Werke verkauft worden. Gen.-Dir. Hille von den Sächsischen Werken hob vor der Presse die elektrowirtschaftlichen Vorteile der in der Linie der von der Regierung verfolgten Wirtschaftspolitik liegenden Transaktion hervor, die sich durch die Zusammenfassung der im engeren sächsisch-thüringischen Gebiet gelegenen Tochtergesellschaften der BEW bzw. deren Hauptbeteiligung, der Elektrizitätslieferungsgesellschaft, mit denen der ASW ergeben. Die außerdeutschen Beteiligungen der ELG würden zu gegebener Zeit gut verwertet werden können.

Neuorganisation des Fuld-Konzerns. — Der gegenwärtig in Deutschland etwa 4000 Angestellte und Arbeiter beschäftigende Fuld-Konzern, dessen Spitze die H. Fuld & Co. Telephon- u. Telegraphenwerke AG., Frankfurt a. M., ist, besitzt umfangreiche modern eingerichtete Fabrikanlagen in Frankfurt a. M. sowie kleinere Betriebswerkstätten in allen Hauptstädten Deutschlands, die sich mit der Herstellung von Telephon- und Telegraphenmaterial aller Art befassen. Außerdem besitzt der Konzern etwa 70 lokale Vertriebsgesellschaften für die Vermietung und den Verkauf von Fernmeldeanlagen aller Art. Diese beiden, bisher vereinigten Geschäftszweige sind jetzt in der Weise getrennt worden, daß die Fabrikationsstätten und das gesamte Vertriebsgeschäft in eine neugegründete Gesellschaft, die Deutsche Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H., übergeleitet wurden, während das gesamte Vermietungsgeschäft von den bisherigen Untergesellschaften weitergeführt wird, die in der H. Fuld & Co. AG. zusammengefaßt bleiben.

Lehrschau Elektrowärme. — Um weite Kreise mit dem Begriff der Elektrowärme vertraut zu machen, hat die Leitung der Elektrowärme-Ausstellung Essen (1. VII. bis 13. VIII) beschlossen, den Besuchern in einer besonderen Lehrschau einen Überblick über die vielfältigen Geräteformen, ihre zweckmäßigste Anwendung und die damit zusammenhängenden technisch-wirtschaftlichen Fragen zu geben. In Form von leicht verständlichen Modellen, Bildern und Lehrtafeln wird dem Besucher das Wesen der Elektrowärme und ihre Bedeutung für alle Wirtschaftszweige vor Augen geführt. Der Ausstellungsrundgang ist so vorgesehen, daß der Besucher in jeder Halle zunächst eine Lehrschau betritt, bevor er zu den Firmenständen kommt, damit ihm ein Einblick in das betreffende Arbeitsgebiet gegeben wird. Eine elektrische Großküche, eine Bäckerei, Fleischerei und Wäscherei werden in vollem Betrieb vorgeführt und sollen dem Besucher zeigen, welche betrieblichen und organisatorischen Vorteile sich aus einer zweckmäßigen Anwendung elektrisch beheizter Geräte ergeben. Auch auf den Firmenständen werden, um die Ausstellung lebendig zu gestalten, die meisten Geräte im Betrieb gezeigt. Für die Vornahme von Probeschweißungen verschiedenster Art wird eine besondere Vorführbühne errichtet, auf der an praktischen Beispielen gezeigt wird, in welcher Weise durch Anwendung von Elektroschweißung Konstruktionen vereinfacht und Werkstücke verbessert werden können. Weiter werden alle namhaften Forschungsinstitute Deutschlands in einer Sonderschau „Forschung auf dem Gebiet der Elektrowärme" in leicht verständlicher Weise über die in den letzten Jahren gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse berichten. Während der Ausstellung veranstalten namhafte technisch-wissenschaftliche Verbände ihre Hauptversammlung in Essen. Am Tage vor der Eröffnung der Ausstellung, am 30. VI., findet die Jahresversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke statt.

Ausbau des Rundfunkwesens in Lettland. Der Ausbau des neuen Senders in Modohn (Mittellivland) ist jetzt beendigt. Die Errichtung eines weiteren lettländischen Senders in Goldingen (Kurland) ist geplant und soll demnächst ausgeführt werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 25. April 1933, 8 Uhr abends, in dem großen Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg (Eingang Kurfürstenallee).

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Heinz Freiberger über das Thema: „Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom".

Inhaltsangabe:

I. Aufgabe und Zweck: Unfallklärung, tödlicher Strom? Gefährliche Spannung?

II. Kurzer Überblick über die neuere Literatur, Notwendigkeit von Messungen.

III. Versuche an Leichen:
Versuchsanordnung: Material, Meßmethode.
Die Haut und ihr Durchbruch: Spannungs-Charakteristik des Widerstandes, Struktur der Haut, Strommarken, der Durchbruchsvorgang.
Der Körperwiderstand: Einflüsse der Stromdichte, der Stromart, der Temperatur, der Durchströmungsdauer. — Die Elektroden. — Der Stromweg im Körper. Widerstände einzelner Körperteile. — Einfluß des Lichtbogens. — Absolutwerte des Körperwiderstandes.
Der Stromanteil über das Herz: Meßmethode und Ergebnis bei Wechselstrom.

IV. Versuche an Lebenden:
Versuchsanordnung: Material, Meßmethode.
Der Widerstand: bei kleinen Spannungen, Mittel- und Grenzwerte.
Einflüsse: Elektroden, Temperatur.
Vergleich mit den Versuchen an Leichen.

V. Folgerungen:
Zweckmäßige Unfallerklärung. Beispiel.
Gefährliche Spannung? Anregungen.

Digitized by Google

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Einladung

Der in Heft Nr. 11 der ETZ (vom 16. III.) angekündigte, aus mehreren Gründen verschobene

Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen

findet am **Donnerstag, dem 27. April 1933, 8 Uhr abends,** in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg statt.

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Th. Doerfler über das Thema: „Warum Maschennetze?".

Inhaltsangabe:

Gegenüberstellung der Betriebsbedingungen von aufgetrennten, halbvermaschten und vollvermaschten Niederspannungsnetzen unter Berücksichtigung der bei den einzelnen Netzbetriebsarten zu verwendenden Schutzeinrichtungen, ferner mit den Vorteilen des reinen Maschennetzes.

2. Aussprache.

Zutritt und Garderobe frei.

Zahlreiches Erscheinen der jüngeren Fachgenossen erwünscht.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Schlußentwurf.

VDE 0442/1933.

Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Leistung des Prüfaggregates.
§ 3. Größe des Prüfaggregates; Allgemeines.
§ 4. Bestimmung der Kurzschlußleistung des Prüfaggregates.
§ 5. Kurzschluß- und Ladeleistung.
§ 6. Leistung des Antriebsmotors.
§ 7. Mindestkurzschlußstrom des Prüfaggregates.
§ 8. Kurzschlußleistung bei Kabelprüfungen und bei hohen Prüfspannungen.

III. Frequenz und Kurvenform der Prüfspannung.
§ 9. Frequenz und Kurvenform.
§ 10. Eigenfrequenz der Prüfanordnung.
§ 11. Sättigung des Prüftransformators.

IV. Spannungsmessung und Schaltanordnung.
§ 12. Spannungsmessung.
§ 13. Grundsätzliche Schaltanordnung.

V. Einstellung der Prüfspannung.
§ 14. Spannungsregelung.
§ 15. Spannungsänderung.

VI. Abschaltung.
§ 16. Leistungsschalter und Entregung.
§ 17. Schmelzsicherungen.

VII. Spannungsprüfung.
§ 18. Durchführung der Spannungsprüfung.
§ 19. Spannungsprüfung fertiger Anlagen.

I. Gültigkeit.

§ 1.
Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

§ 2.
Geltungsbereich.

Diese Leitsätze beziehen sich auf die Erzeugung, Einstellung, Messung und Benutzung der Prüfspannung für Hochspannungsprüfungen elektrischer Maschinen, Transformatoren, Geräte, Leitungen oder sonstiger Anlageteile. Sie beziehen sich nicht nur auf die Spannungsprüfung, sondern auch auf die Überschlags- oder Durchschlagsprüfung.

Im allgemeinen wird die Prüfung der fertigen Anlageteile im Lieferwerk vorgenommen.

II. Leistung des Prüfaggregates.

§ 3.
Größe des Prüfaggregates; Allgemeines.

Hochspannungsprüfungen werden mit einem aus Generator und Transformator oder Transformator nebst Regelungseinrichtung bestehenden Prüfaggregat ausgeführt, dessen Leistungsfähigkeit durch die Art der Prüflinge bestimmt wird. Die Kapazität der Prüflinge muß angenähert bekannt sein, um bei großen Werten einer Überlastung des Prüfaggregates durch zu hohe Ladeströme oder einer Spannungssteigerung vorzubeugen. Sie bestimmt die Ladeleistung des Prüflings.

§ 4.
Bestimmung der Kurzschlußleistung des Prüfaggregates.

Die für die Hochspannungsprüfung maßgebende Leistungsfähigkeit des Prüfaggregates wird durch seine

[1] Angenommen durch den bevollmächtigten Ausschuß 1933.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Die gegen den in ETZ 1932, Seite 828, veröffentlichten Entwurf zu VDE 0442 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen" ergangenen Einsprüche sind ordnungsmäßig behandelt worden. Es wurde der nachstehende Schlußentwurf aufgestellt, der der diesjährigen, mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung zur Annahme vorgelegt werden soll.

Kommission für Handgeräte.

Die Kommission für Handgeräte hat durch die Unterkommission für elektromedizinische Netzanschlußgeräte einen Entwurf 1 zu

VDE 0751

„Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med. 2"

aufgestellt, der nachstehend bekanntgegeben wird und der dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1935 vorgelegt werden soll.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 10. Mai 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

Kurzschlußleistung gekennzeichnet. Die Kurzschlußleistung des Prüfaggregates hängt sowohl von den Eigenschaften des Generators als auch von denen des Transformators ab; beide müssen angemessen große Nennleistung und angemessen niedrige induktive Spannungen (Ankerrückwirkung und Streuung) besitzen. Vor allem ist hohes Kurzschlußverhältnis des Generators anzustreben, da der Generator den überwiegenden Einfluß besitzt.

Die Kurzschlußleistung N_k des Prüfaggregates läßt sich aus der Nennleistung des Generators N_g und des Transformators N_t bestimmen, die durch Erwärmung und Isolierung gegeben ist. Bezeichnet I_{k_g}/I_n das Kurzschlußverhältnis des Generators (Verhältnis von Kurzschlußstrom zu Nennstrom) bei Leerlauferregung und ε_t die relative Transformatorstreuspannung, so berechnet sich die Kurzschlußleistung angenähert zu:

$$N_k = \frac{1}{\frac{I_n/I_{k_g}}{N_g} + \frac{\varepsilon_t}{N_t}} \tag{1}$$

oder

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{I_n}{I_{k_g}} + \varepsilon_t \frac{N_g}{N_t}} \tag{2}$$

oder

$$N_k = \frac{N_t}{\frac{I_n}{I_{k_g}} \frac{N_t}{N_g} + \varepsilon_t} \tag{3}$$

§ 5.
Kurzschluß- und Ladeleistung.

Um ausreichende Energie für die Prüfung zur Verfügung zu haben, und eine unzulässige Spannungssteigerung durch Kapazitätsströme auszuschließen, ist die Leistung des Prüfaggregates im allgemeinen so zu wählen, daß der Kurzschlußstrom auf der Oberspannungsseite mindestens das 3-fache des Kapazitätsladestromes des Prüflings beträgt. In diesem Falle tritt bereits eine Spannungssteigerung von etwa 50 % auf.

Bezeichnet U_0 die Leerlaufspannung, I_k den Kurzschlußstrom des Prüfaggregates einschließlich Transformator, I_c den Ladestrom des Prüflings, so ergibt sich die bei der Prüfung auftretende relative Spannungserhöhung annähernd zu:

$$\frac{U}{U_0} = \frac{1}{1 - I_c/I_k} \tag{4}$$

Wird die Leistung N in kVA, die Kapazität C in nF ($1\,\text{nF} = 10^{-9}\,\text{F}$) und die Prüfspannung U_p in kV eingesetzt, so ergibt sich die einphasige Ladeleistung N_c des Prüflings bei $f = 50$ Per/s zu:

$$N_c = I_c U_p = 314\, C\, U_p^2 \cdot 10^{-6} \tag{5}$$

Die mindest erforderliche Kurzschlußleistung des Prüfaggregates N_k ist:

$$N_k = 3\, N_c = 3\, I_c\, U_p = 942\, C\, U_p^2\, 10^{-6} \tag{6}$$

Tafel I. Ladeleistung N_c, Kurzschlußleistung N_k und ungefähre Nennleistung N_n des einphasigen Prüfaggregates in kVA.

Nennspannung in kV[2])	Prüfspannung in kV[2])	Kapazität des Prüflings in nF: 0,1 N_c	0,1 N_k	0,1 N_n	1 N_c	1 N_k	1 N_n	10 N_c	10 N_k	10 N_n	100 N_c	100 N_k	100 N_n
10	42				0,55	1,65	2,01	5,5	16,5	20,1	55	165	201
15	53				0,88	2,64	3,22	8,8	26,4	32,2	88	264	322
20	64				1,29	3,87	4,72	12,9	38,7	47,2	129	387	472
30	86				2,33	7,0	8,54	23,3	69,9	85,4	233	699	854
45	119				4,45	13,35	16,28	44,5	133,5	163	445	1 335	1 630
60	152				7,26	21,8	26,6	72,6	218	266	726	2 180	2 660
80	196	1,21	3,63	4,43	12,1	36,3	44,3	121	363	443	1 210	3 630	4 430
100	240	1,81	5,43	6,62	18,1	54,3	66,2	181	543	662	1 810	5 430	6 620
150	350	3,85	11,55	14,1	38,5	115,4	141	385	1 154	1 410			
200	460	6,65	19,95	24,3	66,5	199,5	243	665	1 995	2 430			
300	680	14,55	(43,6)	(53,2)	145,5	(436)	(532)	1455	(4 360)	(5 320)			
400	900	25,4	(76,2)	(93,0)	254	(762)	(930)	2540	(7 620)	(9 300)			

..... Grenze von ¼ A Kurzschlußstrom.

[2]) Nach § 10 der „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber L.S.G. VDE 0111/1932.

Die folgenden Beispiele geben einige praktisch vorkommende Verhältnisse wieder:

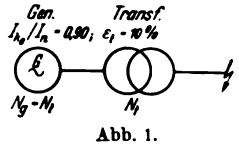


Abb. 1.

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}1} = 0{,}82\, N_g = 0{,}82\, N_t$$

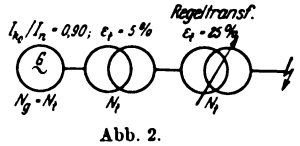


Abb. 2.

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}05 + 0{,}25} = 0{,}71\, N_g = 0{,}71\, N_t$$

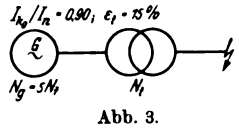


Abb. 3.

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}15 \cdot 5} = 0{,}54\, N_g = 2{,}7\, N_t$$

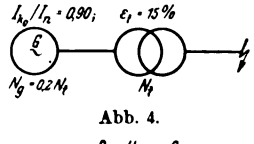


Abb. 4.

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}15 \cdot 0{,}2} = 0{,}88\, N_g = 0{,}18\, N_t$$

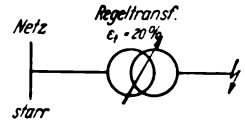


Abb. 5.

$$N_k = \frac{N_t}{0{,}2} = 5\, N_t.$$

Die Nennleistung N_n ist bei gleicher Nennleistung von Generator und Transformator und einem gemeinsamen Kurzschlußverhältnis des Generators und Transformators $I_k/I_n = 0{,}82$ (I_k Kurzschlußstrom an den Prüfklemmen, I_n Nennstrom des Aggregates) (vgl. 1. Beispiel in § 4):

$$N_n = \frac{N_k}{I_k/I_n} = \frac{N_k}{0{,}82} = \frac{3}{0{,}82}\, I_c\, U_p = 1150\, C\, U_p^2\, 10^{-6}. \tag{7}$$

Für abweichende Verhältnisse ist die Beziehung zwischen Kurzschlußleistung und Nennleistung durch die Formeln (1) bis (3) gegeben.

Tafel I zeigt, abhängig von der Kapazität des Prüflings in nF in groben Stufen und von der Prüfspannung in kV, die jeweils auftretende Kapazitätsladeleistung nach Formel (5) und die hierfür mindestens erforderliche einphasige Kurzschlußleistung des Prüfaggregates in kVA als dreifacher Betrag der Ladeleistung nach Formel (6). Ferner ist nach Formel (7) die ungefähre Größe der Nennleistung N_n vom Generator und Transformator hinzugefügt.

§ 6.
Leistung des Antriebsmotors.

Die Leistung des Antriebsmotors soll mindestens 10 % der Kurzschlußleistung des Prüfaggregates betragen. Falls ein Schwungrad vorhanden ist, darf die Leistung des Antriebsmotors geringer sein, sofern das Schwungrad eine Anlaufzeitkonstante, bezogen auf die Kurzschlußleistung, von mindestens 20 s hat.

Die Anlaufzeitkonstante T_a in s ist gegeben durch die Beziehung:

$$T_a = \left(\frac{\pi}{60}\right)^2 \frac{n_0^2\, GD^2}{N_k} \tag{8}$$

hierbei ist:

n_0 die Nenndrehzahl in U/min
GD^2 das Schwungmoment des Schwungrades in tm²
N_k die Kurzschlußleistung in kW.

Digitized by Google

§ 7.

Mindestkurzschlußstrom des Prüfaggregates.

Um den Durchschlags- oder Überschlags-Lichtbogen den praktisch vorkommenden Verhältnissen anzunähern, wird empfohlen, den Dauerkurzschlußstrom des Prüfaggregates auch bei hohen Spannungen nicht unter ¼ A zu nehmen. Dabei ist schon berücksichtigt, daß der bei Kurzschluß einsetzende Stoßstrom im Falle der Speisung durch einen Generator ein Vielfaches des Dauerkurzschlußstromes erreicht.

§ 8.

Kurzschlußleistung bei Kabelprüfungen und bei hohen Prüfspannungen.

Wenn bei Prüfungen von Kabeln oder ähnlichen Gegenständen ein geringer Durchschlags- oder Überschlags-Lichtbogen erwünscht ist, so kann der Ladestrom des Prüflings auf der Ober- oder Unterspannungsseite des Prüftransformators durch Drosselspulen ganz oder zum größten Teil kompensiert werden. Die Spannungssteigerung wird bei Paralleldrosseln vermindert, bei Seriendrosseln vermehrt. In beiden Schaltungen erhält man eine sehr gut sinusförmige Spannungskurve, wenn der Luftspalt der Drosselspule so groß ist, daß ihre magnetische Charakteristik nahezu geradlinig verläuft. In diesem Falle ist die Leistung des Prüfaggregates so zu wählen, daß der Kurzschlußstrom auf der Oberspannungsseite mindestens so groß wie der Kapazitätsladestrom des Prüflings ist. Da die Formeln des § 4 mit großer Annäherung auch bei Kompensation gelten, verringern sich die Zahlenwerte von Tafel I für die Kurzschlußleistung N_k und die Nennleistung N_n des Prüfaggregates hierbei auf ⅓.

Auch bei Prüfungen mit mehr als 500 kV Prüfspannung braucht die Kurzschlußleistung nicht das 3-fache der Ladeleistung zu betragen, sondern kann in gleicher Weise verringert werden. Der Kurzschlußstrom auf der Oberspannungsseite braucht also nur mindestens so groß zu sein wie der Kapazitätsladestrom des Prüflings.

III. Frequenz und Kurvenform der Prüfspannung.

§ 9.

Frequenz und Kurvenform.

Die Prüfspannung soll praktisch sinusförmig, ihre Frequenz im allgemeinen gleich der Nennfrequenz oder 50 Per/s sein.

Zur Herabsetzung der Resonanzgefahr durch Oberwellen soll der Prüfgenerator eine möglichst gut sinusförmige Spannungskurve aufweisen, und zwar sowohl bei Leerlauf als auch bei beliebiger Prüfbelastung.

Hierzu ist eine günstige Polschuhform oder verteilte Erregerwicklung erwünscht.

Da die Spannungsprüfung im allgemeinen einphasig erfolgt, so soll der Prüfgenerator zum Ausgleich der unsymmetrischen Belastung mit einer starken Dämpferwicklung versehen sein.

§ 10.

Eigenfrequenz der Prüfanordnung.

Der Prüftransformator soll möglichst geringe Streuung besitzen, da sonst durch Zusammenwirken der Generator- und Transformatorstreuung mit der Kapazität des Prüflings leicht Resonanz mit einer niedrigen Oberschwingung des Generators enstehen kann.

Für das Verhältnis der Eigenfrequenz f_0 der Prüfanordnung zur Grundfrequenz f_1 der Prüfspannung ergibt sich, wenn I_n den oberspannungsseitigen Nennstrom des Transformators und ε_s die relative Generatorstreuspannung bezeichnet:

$$\frac{f_0}{f_1} = \frac{1}{\sqrt{\frac{I_c}{I_n}\left(\varepsilon_s \frac{N_t}{N_g} + \varepsilon_t\right)}} \qquad (9)$$

§ 11.

Sättigung des Prüftransformators.

Um die Verzerrung der Spannungskurve möglichst klein zu halten, sollen der Prüftransformator und etwa vorhandene Zwischen- oder Regeltransformatoren eine geringe Sättigung besitzen (höchstens etwa 12 000 Gauß bei Nennspannung).

Falls Transformatoren mit erheblicher Sättigung verwendet werden (etwa von 10 000 Gauß an), sind Regelwiderstände im Unterspannungskreis möglichst zu vermeiden, da sie dann infolge des ohmschen Spannungsabfalles zu schlechter Kurvenform Anlaß geben können. Auch begrenzt ein solcher Widerstand die Kurzschlußleistung des Prüfaggregates erheblich.

IV. Spannungsmessung und Schaltanordnung.

§ 12.

Spannungsmessung.

Die Spannungsmessung soll in der Regel auf der Oberspannungsseite erfolgen, da bei Messung auf der Unterspannungsseite der kapazitive Spannungsanstieg in der Transformatorstreuung eine höhere Oberspannung vortäuscht. Falls bei Spannungen über 150 kV die Spannungsmessung auf der Unterspannungsseite vorgenommen wird, ist der Spannungsanstieg in der Eichung zu berücksichtigen.

Zur Feststellung des Effektivwertes empfiehlt es sich, bis 150 kV die Spannungsmessung mit besonderem Spannungswandler oder Spannungsteiler oberspannungsseitig vorzunehmen. Die Scheitelspannung kann direkt mit Kugelfunkenstrecke (vgl. „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft“)[3] oder mit einem anderen Scheitelspannungsmesser bestimmt werden.

Da die Spannungskurvenform auf der Oberspannungsseite stark verzerrt werden kann, empfiehlt es sich, eine Kugelfunkenstrecke zur Begrenzung des Scheitelwertes vorzusehen.

Bei Verwendung von Kugelfunkenstrecken schaltet man einen Begrenzungswiderstand R gemäß den „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft“[3] vor.

§ 13.

Grundsätzliche Schaltanordnung.

Vor dem Prüfobjekt kann ein Widerstand von 5 bis 50 Ω je kV Prüfspannung vorgeschaltet werden, jedoch soll seine Größe nicht mehr als 10 % des Transformator-Streublindwiderstandes betragen.

Der Widerstand ist bei zweipolig isolierter Anordnung zweckmäßig je zur Hälfte in jede Zuleitung zu legen, bei einpolig geerdeter Anordnung voll in die isolierte Zuleitung; er hat den Zweck, beim Überschlag Rückwirkungen auf den Prüfstromkreis zu vermeiden.

Die grundsätzliche Schaltanordnung zeigt Abb. 6.

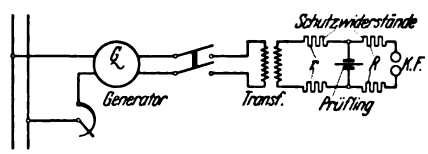


Abb. 6.

V. Einstellung der Prüfspannung.

§ 14.

Spannungsregelung.

Die Regelung der Spannung soll im Erregerkreis des Prüfgenerators oder mit besonderen Zusatztransformatoren erfolgen.

Die Stufung des Erregerstromreglers ist so fein auszuführen, daß einer Stufe nicht mehr als 1 %, möglichst sogar unter ½ %, Spannungsänderung entspricht. Durch zu grobe Stufung können auf der Oberspannungsseite kurzzeitige Überspannungen entstehen, die vorzeitige Überschläge herbeiführen.

Um bei Spannungsregelung mit Drehtransformator Resonanzgefahr auszuschalten, soll der Drehtransformator eine möglichst geringe Streuung haben. Falls zur Spannungsregelung Stufentransformatoren benutzt werden, soll ihre Stufenhöhe ½ % nicht überschreiten, da sonst die Gefahr von Schaltüberspannungen gegeben ist.

§ 15.

Spannungsänderung.

Die Größe der Spannungsänderung bei der Regelung soll von 75 % der Prüfspannung an möglichst nicht mehr als 2 % je Sekunde, höchstens jedoch 5 % je Sekunde, betragen. Dieses bezieht sich nicht auf Prüfungen von einer Dauer unter 1 min.

VI. Abschaltung.

§ 16.

Leistungsschalter und Entregung.

Die Abschaltung im Ober- oder Unterspannungskreis soll durch Leistungsschalter erfolgen, um eine möglichst geringe Unterbrechungszeit zu erhalten, oder der Feldkreis des Generators soll entregt werden. Hierdurch wird vermieden, daß durch Zusammenwirken des Lichtbogens mit dem Kapazitätsstrom der gesamte Stromkreis zu Eigenschwingungen angeregt wird, die Strom und Spannung auf hohe Werte steigern können.

[3] VDE 0430/1926.

Digitized by Google

Es ist zweckmäßig, die Anlage nach Eintritt eines Durchschlages momentan abzuschalten, damit Zerstörungen und Fehler möglichst klein bleiben und die Möglichkeit besteht, Fehlerursachen zu erkennen.

§ 17.

Schmelzsicherungen.

Wenn Schmelzsicherungen im Prüfkreis oberspannungs- oder unterspannungsseitig verwendet werden, so sollen sie so stark bemessen sein, daß sie weder durch den normalen, noch durch den erhöhten Ladestrom im Augenblick des Ein- oder Abschaltens durchbrennen, da sonst unter Umständen angefachte Lichtbogenschwingungen entstehen können.

VII. Spannungsprüfung.

§ 18.

Ausführung der Spannungsprüfung.

Die Dauer der Hochspannungsprüfung beträgt 1 min, sofern nicht in Sonderbestimmungen eine längere Prüfdauer vorgeschrieben ist.

Bei der Prüfung ist die Spannung allmählich auf den vollen Wert der Prüfspannung zu steigern.

a) Bei der Spannungsprüfung sollen höchstens 50 % der Endspannung durch Einschalten mittels Schalter auf den Prüfling gegeben werden.

b) Die Spannung soll vom halben Wert zum Endwert stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung gesteigert werden.

c) Die Zeit der Spannungssteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner als 10 s sein.

d) Die Prüfdauer soll vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet werden.

§ 19.

Spannungsprüfung fertiger Anlagen.

Eine Spannungsprüfung von fertigen Anlagen darf nur erfolgen, wenn eine Spannungsprüfung der einzelnen Anlageteile stattgefunden hat.

Kommission für Handgeräte.

Entwurf 1.

VDE 0751.

Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med. 2.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3. Anschlüsse.
§ 4. Elektrische Größen.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

1. Allgemeines.

§ 5. Schutz gegen niederfrequente Ströme.
§ 6. Schutz gegen zufällige Berührung.
§ 7. Sicherung berührbarer Metallteile.
§ 8. Mechanische und thermische Sicherheit.
§ 9. Erwärmung und Kurzschlußsicherheit.
§ 10. Sicherung gegen Netzschwankungen.

2. Anordnung und Ausführung der Einzelteile.

§ 11. Isolation.
§ 12. Kriech- und Luftstrecken.
§ 13. Kontaktstellen.
§ 14. Innere Leitungen.
§ 15. Bedienungsteile.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 16. Anschlußarten.
§ 17. Zuleitungen.
§ 18. Ausführung der Anschlüsse.
§ 19. Schutz der Schnüre an der Einführungsstelle.
§ 20. Gerätesteckvorrichtungen.
§ 21. Wandstecker.

4. Aufschriften.

§ 22.

B. Prüfung.

§ 23. Allgemeines.

1. Modellprüfung.

§ 24. Kurzzeitige Leerlaufprüfung.
§ 25. Kurzschlußprüfung.
§ 26. Dauerleerlaufprüfung.
§ 27. Sicherheitsbedingungen.
§ 28. Isolationsprüfung.

2. Stückprüfung.

§ 29.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1935 in Kraft[1].

Dieser Termin gilt für die Herstellung.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie (Durchwärmung) und Hochfrequenzchirurgie mit Wellenlängen bis herab zu 50 m für Nennspannungen bis 380 V, soweit die Spannung gegen Erde 250 V nicht übersteigt.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für die außerhalb des Apparates angeschlossenen zum Behandlungskreise gehörenden Zusatzgeräte und deren Zuleitungen.

c) Hinsichtlich Rundfunkstörungen wird auf die „Leitsätze zur Verminderung von Rundfunkstörungen“ (in Vorbereitung) aufmerksam gemacht. Ihre Anwendung bildet keinen Bestandteil dieser Vorschriften.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Anschlüsse.

a) Die feste Anschlußschnur ist mit dem Gerät verbunden und nur mit Werkzeugen entfernbar.

b) Die Gerätesteckvorrichtung besteht aus Gerätestecker und Gerätesteckdose.

c) Der Gerätestecker ist der am Gerät befindliche Teil mit Kontaktstiften.

d) Der Schutzkragen des Gerätesteckers ist eine Vorrichtung am Gerät, die beim Einführen der Gerätesteckdose als Berührungsschutz und gegebenenfalls als Schutzkontakt dient sowie die Isolation der Kontaktstifte vor mechanischer Beschädigung schützt.

e) Die Gerätesteckdose ist der an der Schnur befindliche Teil der Gerätesteckvorrichtung.

f) Die Geräteanschlußschnur ist vom Gerät ohne weiteres lösbar und besteht aus Gerätesteckdose, Schnur und Wandstecker (gegebenenfalls mit Schalter).

g) Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Gerät und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) oder dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).

§ 4.

Elektrische Größen.

a) Nennspannung ist die Spannung, für die der Apparat netzseitig gebaut ist.

Nennspannungsbereich ist der Bereich zwischen den Spannungsgrenzen, innerhalb deren die Apparate netzseitig ohne Umschaltung verwendbar sind.

Nennanschlußbereich ist der Bereich zwischen der niedrigsten und höchsten Nennspannung, innerhalb deren die Apparate netzseitig unter Zuhilfenahme einer vorgesehenen Umschaltung verwendbar sind.

b) Nennstrom ist der bei Nennspannung aufgenommene Höchststrom, und zwar bei Kurzschluß der Funkenstrecken sowie Einstellung etwaiger Regelorgane im Niederfrequenzkreis auf höchste Stromaufnahme.

c) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg, auf dem ein Stromübergang längs der Oberfläche eines Isolierteiles zwischen Spannung führenden Teilen untereinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und solchen leitenden Teilen eintreten kann, die mit Erde in Verbindung stehen oder in Berührung kommen können.

d) Luftstrecke ist der kürzeste Weg, gemessen in der Luftlinie, zwischen Spannung führenden Teilen untereinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und solchen leitenden Teilen, die mit Erde in Verbindung stehen oder in Berührung kommen können.

e) Zu dem Netzkreis gehören die mit dem Netz in leitender Verbindung stehenden Teile.

f) Zu dem Behandlungskreis gehören alle mit den Abnahmeklemmen in leitender Verbindung stehenden Teile.

[1] Angenommen durch die .... 19 ...

Digitized by Google

g) Mit Zwischenkreis sind die Teile bezeichnet, die zur Umformung und Übertragung der Energie vom Netzkreis zum Behandlungskreis dienen.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

1. Allgemeines.

§ 5.

Schutz gegen niederfrequente Ströme.

a) Es darf keine leitende Verbindung zwischen dem Netzkreis einerseits, dem Behandlungskreis und dem Gehäuse andererseits bestehen. Eine kapazitive Verbindung des Behandlungskreises oder des Gehäuses mit dem Netz über Kondensatoren ist nur zulässig bei Apparaten, bei denen jene Teile bei Inbetriebnahme zwangsläufig geerdet werden. Die Teile beider Kreise müssen so voneinander getrennt sein, daß eine leitende Verbindung auch bei etwaigem Drahtbruch nicht eintreten kann.

Enthalten die Apparate der Abnutzung unterworfene Teile (z. B. Elektronenröhren, Funkenstrecken), so muß vorstehende Forderung auch bei Schadhaftwerden dieser Teile erfüllt sein.

b) Die Apparate müssen so gebaut sein, daß zwischen den verschiedenen Abnahmeklemmen sowie zwischen irgendeiner Abnahmeklemme und dem Gehäuse oder Erde kein niederfrequenter Strom von mehr als 1 mA auftreten kann.

c) Etwa vorhandene niederfrequente Behandlungskreise für Galvanisation, Faradisation, Sinusstrombehandlung, Glühkaustik und Endoskopie sind hinsichtlich ihrer Isolation gegenüber dem Netz genau so wie die hochfrequenten Behandlungskreise zu sichern.

§ 6.

Schutz gegen zufällige Berührung.

a) Alle unter Spannung stehenden Teile, ausgenommen die Abnahmeklemmen, müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein.

b) Aus dem Gehäuse hervorragende metallene Achsen und Hebel von Schaltern, Anlassern, Reglern u. dgl. des Netzkreises und Behandlungskreises sind zu isolieren.

c) Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen zuverlässig befestigt sein; sie dürfen nur mit Werkzeugen abnehmbar sein, falls nicht durch das Abnehmen der Abdeckungen die Abschaltung der inneren im Betrieb Spannung führenden Teile erfolgt.

§ 7.

Sicherung berührbarer Metallteile.

a) Falls nicht andere Schutzmaßnahmen getroffen sind, muß für die Möglichkeit einer Erdung, Nullung oder Schutzschaltung aller der Berührung zugänglichen Metallteile gesorgt sein. In diesem Falle muß bei fest angeschlossener Zuleitung eine Anschlußschraube für die Schutzleitung vorgesehen sein, die entsprechend zu kennzeichnen und derart anzuordnen ist, daß die Schutzleitung ordnungsmäßig angeschlossen werden kann. Bei Apparaten mit Gerätestecker tritt an Stelle der Anschlußschraube die Gerätesteckvorrichtung mit Schutzkontakt, wobei der Schutzkragen des Gerätesteckers als Schutzkontakt am Apparat dient.

b) Alle der Berührung zugänglichen, nicht Spannung führenden Metallteile der Apparate, die unmittelbar Spannung annehmen können, müssen miteinander und mit der Anschlußschraube für die Schutzleitung bzw. mit dem Schutzkragen des Gerätesteckers gut leitend verbunden sein. Hierzu gehören auch die Schutzspiralen bei festen Anschlußschnüren.

§ 8.

Mechanische und thermische Sicherheit.

a) Die Apparate einschließlich ihrer Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen den im Betrieb durch elektrische Feuererscheinungen, Wärme, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse auftretenden Beanspruchungen standhalten.

b) Die Apparate müssen so gebaut sein, daß einer Verletzung von Personen durch Splitter, Funken, geschmolzene Teile oder Stromübergänge bei ordnungsmäßigem Gebrauch vorgebeugt wird.

§ 9.

Erwärmung und Kurzschlußsicherheit.

a) Die Apparate müssen so gebaut sein, daß bei ordnungsmäßigem, d. h. ihrem ärztlichen Anwendungszwecke entsprechenden Gebrauch, durch die bei ihrem Betrieb auftretende Erwärmung weder die Handhabung beeinträchtigt wird noch eine für die Umgebung gefährliche Temperatur entstehen kann.

Die Isolierstoffe müssen hinsichtlich der Erwärmung dem § 63 der „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S." (VDE 0660/1928) genügen.

Teile, deren Berührung bei der Bedienung des Apparates notwendig ist oder nicht leicht vermieden werden kann, dürfen keine höhere Temperatur als 35 ° über Raumtemperatur annehmen.

b) In Bezug auf Erwärmung müssen die Transformatoren den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T." (VDE 0532) entsprechen.

c) Die Apparate müssen so gebaut sein, daß auch bei Leerlauf sowie bei Kurzschluß aller Abnahmeklemmen keine leitende Verbindung zwischen Netzkreis und Behandlungskreis zustande kommen kann.

d) Eine Begrenzung der Temperatur durch selbsttätig abschaltende Sicherungen oder dgl. ist zulässig.

§ 10.

Sicherung gegen Netzschwankungen.

a) Die Apparate müssen eine Abweichung von der Nennspannung von ± 5 % aushalten, ohne gebrauchsunfähig zu werden.

Apparate mit Angabe eines Nennspannungs- bzw. Nennanschlußbereiches müssen eine Abweichung von ± 5 % der Spannungsgrenzen aushalten, ohne gebrauchsunfähig zu werden.

2. Anordnung und Ausführung der Einzelteile.

§ 11.

Isolation.

a) Die Spannung führenden Teile müssen auf ausreichend feuer- und wärmesicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit angebracht sein. Falls die Isolierteile nicht feuchtigkeitssicher sind, müssen sie noch besonders vom Gehäuse isoliert sein. Das Gleiche gilt für die Isolation zwischen Teilen des Netzkreises und des Behandlungskreises.

b) Die Träger Spannung führender Teile dürfen gegen benachbarte Metallteile nicht soweit verschiebbar sein, daß die Kriech- und Luftstrecken nach § 12 unterschritten werden.

§ 12.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehend angegebene Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden:

	bis 250 V mm	bis 380 V mm
Kriechstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität des Netzkreises	4	8
Kriechstrecke zwischen Netzkreis und Gehäuse	4	4
Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität des Netzkreises . .	3	6
Luftstrecke zwischen Netzkreis und Gehäuse	4	4

b) Zwischen Netzkreis und Gehäuse einerseits und Zwischenkreis und Behandlungskreis andererseits müssen Kriech- und Luftstrecken so gewählt sein, daß die Apparate die in §§ 24 – 29 angegebenen Prüfungen aushalten.

§ 13.

Kontaktstellen.

a) Die Kontaktstellen Strom führender Teile müssen so ausgeführt sein, daß sie sich durch die betriebsmäßige Erwärmung, die Veränderung von Isolierstoffen sowie durch die betriebsmäßigen Erschütterungen weder lockern noch mit anderen Metallteilen in leitende Verbindung kommen können. Der Kontaktdruck darf nicht über eine Zwischenlage aus Isolierstoff übertragen werden.

b) Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

§ 14.

Innere Leitungen.

a) Innere Leitungen dürfen bei den auftretenden thermischen und mechanischen Beanspruchungen ihre Festigkeit und Kontaktfähigkeit nicht unzulässig ändern. Eiserne Verbindungsleitungen sind vor Rost zu schützen.

Biegsame Leitungen dürfen sich nicht so verschieben, daß Überschläge und ungewollte Verbindungen eintreten können.

Digitized by Google

§ 15.

Bedienungsteile.

a) Alle Schaltvorrichtungen müssen den einschlägigen Sonderbestimmungen entsprechen und so eingebaut sein, daß sie bei Gebrauch mechanischen Beschädigungen nicht ausgesetzt sind.

b) Verwechslungen von Anschlußorganen, Schaltern und Reglern des Netzkreises mit solchen des Behandlungskreises muß durch unterschiedliche Ausbildung und deutliche Kennzeichnung vorgebeugt sein.

c) Die Schalt- und Regelstellungen müssen durch Worte, Zahlen oder Zeichen gekennzeichnet sein. Bei Anwendung von Zahlen muß dem höheren Wert der zu regelnden Größe die höhere Zahl und der Ausschaltstellung die Zahl 0 entsprechen.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 16.

Anschlußarten.

a) Folgende Anschlußarten sind zulässig:
Für ortsfeste Apparate fest verlegte (ortsfeste) Leitung, für ortsveränderliche Apparate
1. feste Anschlußschnur mit Wandstecker,
2. Gerätestecker und Geräteanschlußschnur.

§ 17.

Zuleitungen.

a) Alle Zuleitungen müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L." (VDE 0250) entsprechen.

§ 18.

Ausführung der Anschlüsse.

a) Der Anschluß der Zuleitung an den Apparat oder an Apparateteile muß durch Verschraubung oder mittels einer Gerätesteckvorrichtung erfolgen.

b) Die Anschlußstellen der Zuleitung müssen äußerer Beschädigung, zu hoher Erwärmung und sonstigen schädlichen Einflüssen entzogen, mechanisch fest und gegen Lockerung und Berührung genügend geschützt sein.

c) Anschlußschnüre müssen an ihren beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Nicht zulässig ist das Verknoten der Leitung in sich und das Festbinden der Leitung am Apparat oder Stecker.

Scharfe Kanten an den Einführungsstellen der Leitung in den Apparat müssen sowohl an Metall- wie an Isolierteilen vermieden sein.

d) Wird die Zuleitung durch ein Gelenk geführt, so muß sie in dem Gelenk gegen Verletzung besonders geschützt sein.

e) An den Anschlußenden mehrdrähtiger Leiter muß das Abspleißen einzelner Drähte zuverlässig verhindert sein.

§ 19.

Schutz der Schnüre an der Einführungsstelle.

a) Die Einführungsstellen für die Schnüre müssen so ausgebildet sein, daß scharfe Knickungen verhindert werden. Metallschläuche dürfen als Einführungsschutz nicht verwendet werden.

b) Falls Schutzspiralen verwendet werden, darf deren lichter Durchmesser an der engsten Stelle nicht kleiner als 10 mm sein.

Die Schutzspirale darf keine scharfkantigen Teile haben. Schutzspiralen dürfen sich im Gebrauch nicht lösen. Etwa vorhandene Tüllen am freien Ende der Schutzspirale müssen zuverlässig befestigt und von hinreichender mechanischer Festigkeit sein.

§ 20.

Gerätesteckvorrichtungen.

a) Für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen gelten die „Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte" (VDE 0625).

b) Kontaktstifte müssen im Apparat so gesichert sein, daß sie auch bei Lockerung nicht drehbar sind. Der Schutzkragen darf nicht durch Steckerstifte befestigt werden.

c) Der Schutzkragen des Gerätesteckers darf außer den im Normblatt DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe) zugelassenen Aussparungen (Schlitze) keine Unterbrechungen an seiner Innenfläche (Ausbeulungen u. dgl.) haben.

§ 21.

Wandstecker.

a) Wandstecker müssen den Vorschriften für Stecker entsprechen.

4. Aufschriften.

§ 22.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich ausgeführt sein.

b) Auf dem Apparat sind anzugeben:
Ursprungszeichen;
Nennspannung oder Nennspannungsbereich oder Nennanschlußbereich in V;
Nennstrom in A, wobei bei Vorhandensein eines Spannungsbereiches oder Anschlußbereiches die bei dem angegebenen Nennstrom vorhandene Spannung in V eingeklammert hinzuzufügen ist;
Stromart, wenn der Apparat nur für eine Stromart verwendbar ist.

B. Prüfung.

§ 23.

Allgemeines.

a) Zu unterscheiden ist zwischen Modellprüfung (§§ 24 bis 28) und Stückprüfung (§ 29). Die Modellprüfung hat den Zweck, die Konstruktion zu prüfen. Die Stückprüfung hat den Zweck, Werkstoff- und Ausführungsfehler festzustellen.

b) Die Stückprüfung ist an jedem Apparat vorzunehmen.

1. Modellprüfung.

§ 24.

Kurzzeitige Leerlaufprüfung (Hochfrequente Spannungsprüfung).

a) Nach 16-stündigem Liegen in feuchter Luft gemäß § 95 (Stufe 1) der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." (VDE 0610/1928) müssen die Apparate im Leerlauf 5 min lang bei dem 1,2-fachen der höchsten Nennspannung, bei für höchste Behandlungs-Stromentnahme bei Nennspannung eingestellten Funkenstrecken, bei Einstellung der Regelorgane auf „stark" eingeschaltet werden, wobei jedesmal eine der Behandlungsklemmen an Erde zu legen ist. Jede der Prüfungen ist unter Einschaltung von Zwischenpausen zur Abkühlung der Funkenstrecken auf Raumtemperatur 2mal auszuführen.

Bei großen, praktisch ortsfesten Apparaten, bei denen die Erdung einer Abnahmeklemme des Behandlungskreises durch bestimmte Maßnahmen, wie z. B. durch festen Leitungsanschluß an das Netz mit fest verlegter Erdleitung oder dgl., gesichert ist, ist nur eine Prüfung durchzuführen.

Kleine ortsbewegliche Apparate, bei denen betriebsmäßig die Erdung einer der Abnahmeklemmen vorgeschrieben ist, eine zwangsläufige Erdung bei Anschluß des Apparates an das Netz aber nicht erfolgt, müssen wie ungeerdete Apparate geprüft werden. Hat ein derartiger Apparat ein Metallgehäuse, das in leitender Verbindung mit der geerdeten Abnahmeklemme steht, so muß bei der einen Prüfung der ganze Apparat isoliert aufgestellt werden.

b) Während dieser Prüfung dürfen sich keine Entladungen zwischen den voneinander isolierten Teilen, nach der Prüfung keine Spuren solcher Entladungen bemerkbar machen.

§ 25.

Kurzschlußprüfung (Überlastungsprüfung).

a) Die Apparate müssen unter Verbindung der Abnahmeklemmen durch ein 3 m langes Kabel, das in einem Ring zusammengelegt ist, 5 min lang bei dem 1,05-fachen der höchsten Nennspannung und bei für höchste Behandlungs-Stromentnahme bei Nennspannung eingestellten Funkenstrecken eingeschaltet werden, wobei einmal die Regelorgane auf „schwach", ein zweites Mal auf „stark", ein drittes Mal etwa 10 % unter „stark" einzustellen sind. Jede der drei Prüfungen ist unter Einschalten von Zwischenpausen zur Abkühlung der Funkenstrecken auf Raumtemperatur 2mal auszuführen.

Sind mehrere Klemmenpaare vorhanden, so muß jedes Klemmenpaar einzeln geprüft werden.

§ 26.

Dauerleerlaufprüfung (Überlastungsprüfung).

a) Apparate für Dauerbetrieb (z. B. Diathermie) müssen im Leerlauf 10 h lang bei dem 1,05-fachen der höch-

Digitized by Google

sten Nennspannung, bei für höchste Behandlungs-Stromentnahme bei Nennspannung eingestellten Funkenstrecken und Einstellung der Regelorgane auf „stark" unter Spannung gesetzt werden.

b) Bei Apparaten (z. B. für Hochfrequenzchirurgie), auf deren Leistungsschild vermerkt ist, daß sie nur für kurzzeitigen Betrieb bestimmt sind, ist nur eine ½-stündige Prüfung unter den gleichen Bedingungen durchzuführen.

c) Bei Apparaten, die nur durch Schaltorgane in Betrieb gesetzt werden können, die beim Aufhören ihrer Betätigung sofort oder mit einer Verzögerung von höchstens 10 s selbsttätig ausschalten, ist eine Prüfung von 5 min unter den gleichen Bedingungen durchzuführen.

§ 27.

Sicherheitsbedingungen.

a) Nach jeder der Prüfungen gemäß §§ 24 ··· 26 müssen die Apparate noch folgenden Forderungen genügen:

1. Sie müssen die in § 28 vorgeschriebenen niederfrequenten Spannungsprüfungen aushalten.
2. Zwischen den verschiedenen Abnahmeklemmen sowie zwischen einer Klemme und dem Gehäuse oder Erde darf kein niederfrequenter Strom von mehr als 1 mA auftreten [§ 5 b)].
3. Die Schalt- und Regelorgane dürfen in keiner Stellung einen stärkeren Strom durchlassen, als nach ihrer Bezeichnung [gemäß § 15 c] zu erwarten ist.

§ 28.

Isolationsprüfung.

(Niederfrequente Spannungsprüfung.)

a) Nach nochmaliger Behandlung gemäß § 95 (Stufe 1) der K.P.I. (VDE 0610/1928) müssen die Apparate, ohne daß ein Durch- oder Überschlag eintritt, eine langsam gesteigerte Wechselspannung 1 min lang aushalten und zwar:

1. Die 2-fache sekundäre Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators, mindestens aber 2000 V, zwischen Netzkreis und Behandlungskreis.
2. Die 1-fache sekundäre Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators, mindestens aber 2000 V, zwischen dem Gehäuse einerseits und dem Netz- bzw. Behandlungskreis andererseits.

b) Falls das Gehäuse in leitender Verbindung mit dem Behandlungskreis steht, ist zwischen ihm und dem Netzkreis eine Prüfspannung in Höhe der 2-fachen sekundären Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators, mindestens aber 2000 V, anzuwenden.

c) Die zur Prüfung benutzte Stromquelle muß eine Leistung von mindestens 0,5 kVA bei 50 Per/s haben.

d) Bei Verwendung von Isoliergehäusen ist abgesehen von der Spannungsprüfung gemäß a) 1 nur die Spannungsprüfung zwischen den mit Stanniol umwickelten Oberflächen des Apparates und dem Netzkreis vorzunehmen.

2. Stückprüfung.

§ 29.

a) Apparate für Dauerbetrieb müssen nach 2-stündiger Leerlaufprüfung gemäß § 26 und 30 min dauernder Belastung unter betriebsmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Niederfrequenzprüfungen gemäß § 28 1 min lang aushalten.

b) Apparate, auf deren Leistungsschild vermerkt ist, daß sie nur für kurzzeitigen Betrieb bestimmt sind, müssen nach ½-stündiger Leerlaufprüfung gemäß § 26 und 10 min dauernder Belastung unter betriebsmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Niederfrequenzprüfungen gemäß § 28 1 min lang aushalten.

c) Apparate mit zeitlich begrenzter Einschaltmöglichkeit gemäß § 26 c) müssen nach einer Leerlaufprüfung von 1 min gemäß § 26 und 1 min dauernder Belastung unter betriebmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Niederfrequenzprüfungen gemäß § 28 1 min lang aushalten.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 25. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des elektrotechn. Inst.: Vortrag Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. W. Usbeck, Breslau, „Fragen des elektr. Fernbahnbetriebes".

Elektrotechn. Verein Chemnitz. Der in H. 15 angekündigte Vortrag des Herrn Dr. Köppen, Berlin, „Dieselelektrische Fahrzeugantriebe", ist vom 20. IV. auf den 27. IV. verlegt worden.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 25. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Harbord, Hannover, „Die Mitbenutzung von Fernsprechkabelleitungen für Telegraphie".

Elektrotechn. Verein München. 26. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. F. Kesselring, Berlin, „Zusammenfassung der Probleme des öllosen Schalters".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 21. IV. 1933, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. Gaebert, Nürnberg, „Elektrowärme in Haushaltküchen und Großküchenbetrieben" (mit Damen).

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 21. IV. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Filmvortrag W. Caspar, „Bau des Kraftwerks West".

Deutsche Maschinentechn. Gesellschaft, Berlin. 25. IV. 1933, abds. 7 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Lichtbildervortrag Reichsbahnoberrat Schmelzer, Berlin, „Fahrtreppen".

Vereinigung beeidigter Sachverständiger von Berlin und der Provinz Brandenburg. 26. IV. 1933, abds. 8 h, Landwehr-Kasino, Charlottenburg, Jebensstr. 2: Mitgliederversammlung. Vortrag Berat. Ing. M. Grevemeyer, „Die Stellung des beeidigten Sachverständigen im nationalen Staat und die Bestrebungen der Vereinigung beeidigter Sachverständiger".

Ingenieurdienst E. V., Berlin. 28. IV. 1933, abds. 8 h, Hörsaal EB 301 der T. H.: Vortrag Prof. Dr. Lechner, „Mechanik und Leben". Das Eintrittsgeld (1 RM) kommt in voller Höhe der Hilfskasse des Ingenieurdienstes zugute.

LITERATUR.

Besprechungen.

Commutatrices et Convertisseurs Rotatifs. Von Ing. M. Barrère. (Encyclopédie d'Electricité Industrielle. Herausg. v. M. A. Blondel.) Mit 371 Abb., III u. 493 S. in 8°. Verlag J.-B. Baillière et Fils, Paris 1931. Preis geh. 90 Fr.

„Noch ist der Einankerumformer nicht in den geschichtlichen Teil der Elektrotechnik verwiesen worden, und wäre er es, so verdiente doch seine glänzende Vergangenheit, daß man sich damit befaßt." Mit diesen Geleitworten Rougés erscheint in der französischen Literatur ein neues, von Barrère verfaßtes Werk über Einankerumformer und rotierende Gleichrichter.

Auf annähernd 500 Seiten behandelt der Verfasser sehr eingehend Theorie und Aufbau dieser Maschinen. Allein den rotierenden Gleichrichtern wird ein Platz von 80 Seiten eingeräumt, obwohl diese Umformerart wegen der schwierigen Stromwendeverhältnisse nur für kleine Ströme und Leistungen brauchbar ist und nur noch in wenigen Fällen verwendet wird. Barrère beschreibt hier unter anderem den Drehfeldumformer von Leblanc (Panchahuteur), den von Rougé-Faget (Permutator) und den 1924 in Wimbley ausgestellten Hochspannungs-Transverter von Highfield und Calverley für 100 kV und 2,5 A. Pendelgleichrichter und Quecksilberstrahl-Gleichrichter bleiben, weil nicht zur beschriebenen Klasse gehörig, unerwähnt.

Der zweite Teil des Buches ist dem Einankerumformer gewidmet. Im theoretischen Aufbau gleicht dieser Hauptteil dem bekannten Werk Arnolds „Die synchronen Wechselstrommaschinen", auf das wiederholt verwiesen wird. Darüber hinaus versucht der Verfasser die Entwicklung des Einankerumformers bis in die Neuzeit hinein zu verfolgen, wie aus zahlreichen Hinweisen auf Veröffentlichungen führender Firmen hervorgeht. Im Kapitel über ausgeführte Maschinen bringt Barrère vorzugsweise Unterlagen von 1500 V-Einankerumformern der französischen Südbahnen. Der Band schließt mit einem kurzen Abschnitt über den Kaskadenumformer.

Im großen Gegensatz zu der sorgfältigen und ausführlichen Arbeit des Verfassers steht der nachlässige Druck und die billige Ausstattung des Buches, dessen

Digitized by Google

Preis allerdings nur 90 Fr (etwa 15 RM) beträgt. Hier ist entschieden an falscher Stelle gespart worden. Denn die Beschriftung zahlreicher Abbildungen ist kaum zu lesen und stimmt häufig gar nicht mit dem Text überein. Ebenfalls sind manche Maschinenbilder so undeutlich, daß sie dem Leser nur eine unvollkommene Vorstellung gewähren. Das Buch enthält außerdem sehr viele Druckfehler, die in den Formeln recht irreführen können. So muß z. B. auf S. 398 der Ausdruck für den Schleifringstrom nicht $I_b = 2\sqrt{\frac{2I_c}{m}}\,\frac{1}{\eta}\,\frac{1}{\cos\varphi}$, sondern

$$I_b = 2\sqrt{2}\,\frac{I_c}{m}\,\frac{1}{\eta}\,\frac{1}{\cos\varphi}$$

lauten.

Vor einer Neuauflage muß das Buch unbedingt einer gründlichen Durchsicht unterzogen werden. Erst wenn die angeführten Mängel beseitigt sind, kann das Werk Barrères als ein Denkmal des Einankerumformers in der französischen Literatur gelten. M. Zorn.

Das deutsche Geschmacksmusterrecht. Kommentar zum Reichsgesetz betr. das Urheberrecht an Mustern und Modellen (vom 11. I. 1876) und den internationalen Verträgen betr. das Musterrecht. Von Dr. W. Pinzger. Mit 225 S. in kl. 8°. Verlag von Georg Stilke, Berlin 1932. Preis geb. 7 RM.

Die vorliegende Schrift ist sowohl für das deutsche sowie für das internationale Geschmacksmusterrecht von grundlegender Bedeutung. Das internationale Recht in der heute geltenden Haager Fassung von 1925 sowie das Haager Abkommen über die internationale Hinterlegung zugelassener gewerblicher Muster und Modelle ist eingehend dargestellt. Rechtsprechung und Schrifttum sind vollständig berücksichtigt. Neben der wissenschaftlichen Bewältigung der komplizierten Materie ist auch der Zusammenhang mit der Praxis des Geschmacksmusterrechts in vorbildlicher Weise gewahrt. Das gilt in gleichem Maße für das deutsche Recht wie für das internationale Geschmacksmusterrecht, dem der Verfasser durch seine Beteiligung an den internationalen Kongressen für gewerblichen Rechtsschutz besonders nahe steht. Es handelt sich hier um ein Standardwerk des deutschen und internationalen Geschmacksmusterrechts. B. Blau.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Januar 1933 betrug die Einfuhr 2,776 Mill RM[2], d. s. 1,380 Mill RM weniger als im Vormonat und 1,522 Mill RM weniger als im Parallelmonat von 1932 (35 %). Diese Verringerung betraf hauptsächlich nicht näher bezeichnete Maschinen und Waren, isoliertes Leitungsmaterial, Akkumulatoren, Batterien, Schwachstromapparate sowie Meßinstrumente; gewachsen ist nur der Import von Beleuchtungsmitteln. Die Ausfuhr hatte einen Gesamtwert von 10,407 Mill RM, womit der des Dezember 1932 um 2,307 Mill RM unterschritten worden ist, während sich gegenüber dem Januar des Vorjahres eine Steigerung um 0,207 Mill RM oder 2 % ergibt; beteiligt waren an dieser besonders Schwachstromapparate, Glühlampen, Batterien, Akkumulatoren und Unterseekabel, dagegen ist der Export von nicht näher gekennzeichneten Maschinen im Vergleich zum entsprechenden Monat des Vorjahres merklich gesunken. Gegen letzteren hat bei den Maschinen allein die Ausfuhr nach Süd- und Südwestafrika zugenommen.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1933	1932	1933	1932
	Januar			
Maschinen	0,234	0,826	2,182	3,816
Waren u. Apparate .	2,542	3,472	8,225	6,384
	2,776	4,298	10,407	10,200

fm.

Der Wohlstand der V. S. Amerika im Lichte der Finanzkontrolle. — Folgende Kurven (*a*, *b*, *c*, *d*) (Abb. 1) veröffentlicht die Electrical World[3] unter der Überschrift „The Illusion of Prosperity" (Wohlstandswahn). Es handelt sich um den Jahresbericht der amerikanischen Steuerbehörde, der diesmal einen 15jährigen Rückblick auf das Wirtschaftsleben der Gesellschaften der V. S. Amerika gibt (1916 ··· 1931). Zunächst fällt der geringe Prozentsatz der Gesellschaften auf, die überhaupt ein Reineinkommen herausgewirtschaftet haben (*b*). Im Jahre 1929 waren es 53 % (*b*), während 47 % (*d*) einen Verlust auswiesen. Niemals erhebt sich die Kurve der mit Gewinn arbeitenden Gesellschaften (*b*) über 66²/₃ %. Auffallend ist der bekannte tiefe Einschnitt in die „Prosperity" im Jahre 1921 (*a* ··· *d*). Das Abzahlungsgeschäft im Inlande und der forciert erhöhte Export — zum Schaden der Länder mit ungenügenden Zollschranken — halfen über das Stocken des Absatzes noch einmal hinweg. Eine kurze Zeit des Wohlstandes folgte, dann brach 1929 die aufgeschobene Katastrophe mit voller Wucht herein. Die Fabriken, die, inzwischen ausgebaut, oft den Bedarf der ganzen Welt auf ihrem speziellen Herstellungsgebiet decken konnten, waren bis auf einen kleinen Bruchteil ihrer Anlagen wertlos. Chikago erlebte einen Zusammenbruch, gegen den Ivar Kreuger noch verschwand.

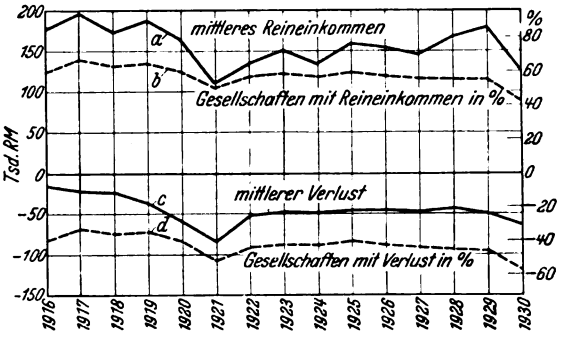


Abb. 1. Wohlstandswahn in den V. S. Amerika.

Das mittlere absolute Reineinkommen der Gesellschaften ist auch noch von Belang. Im Gegensatz zu der weit verbreiteten Ansicht weniger großer Gesellschaften zeigt die Kurve (*a*) der Abbildung 1, daß die mittlere Gesellschaft in den V. S. Amerika weit überwiegt. 168 000 RM[1] mittleres Nettoeinkommen ist keine überwältigende Summe.

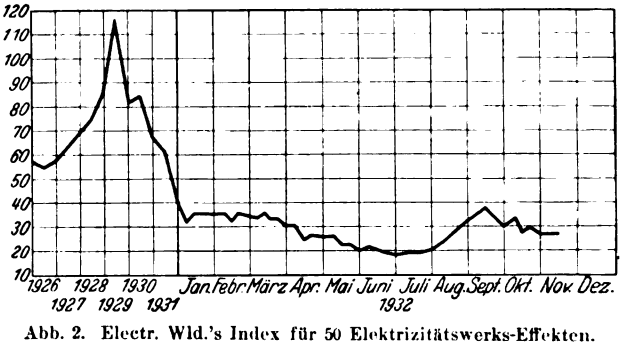


Abb. 2. Electr. Wld.'s Index für 50 Elektrizitätswerks-Effekten.

Die Abb. 2 zeigt den schwindelhaften Anstieg der Effektenkurse öffentlicher Werke bis 1929. Im Jahre 1932 ist ihr Wert etwa auf den 4. Teil gesunken. Der Tiefstand von 1/6 des Kurswertes von 1929 scheint aber im Sommer 1932 definitiv überwunden zu sein. (Electr. Wld. Bd. 99, S. 793) *A. G. A.*

[1] 1 RM = 0,238 $.

Berichtigung.

Wie uns der Verfasser mitteilt, ist nach der Veröffentlichung des Aufsatzes „Die Elektrizitätswirtschaft Lettlands", ETZ 1933, S. 233, bekannt geworden, daß

1. die angegebene Benutzungsdauer für das Elektrizitätswerk Riga (2185 h) die Benutzungsdauer der installierten Leistung ist. Die Benutzungsdauer des Jahresmaximums beträgt für das Jahr 1930 3586 h;
2. Die angegebenen Preise für den Pauschaltarif sind bis zum Jahre 1931 in Kraft gewesen. Die geänderten Sätze betragen für Wohnungen und Kaufläden 0,24 RM für jedes Watt und Jahr. Pauschalanschlüsse werden nur bis zu einer Leistung von 120 W ausgeführt.

Abschluß des Heftes: 18. April 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

[1] Electr. Rev., Lond. Bd. 112, S. 282. Vgl. ETZ 1932, S. 352.
[2] 1 RM = 0,07 £.
[3] Electr. Wld. Bd. 99 Nr. 19.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

AEG-Wasserschalter.

Mitteilung der AEG.

Für Betriebspannungen bis 20 kV stellt die AEG neben Druckgasschaltern auch Wasserschalter her. Ausgeführt werden die Typen CWS für garantierte Ausschaltleistungen von 200 MVA bei der Reihenspannung und die Typen CW für garantierte Ausschaltleistungen von 400 MVA bei der Reihenspannung. Beide Formen werden fahrbar geliefert.

Der Wasserschalter CWS (Abb. 1) wird für 350 und 600 A. Nennstrom ausgeführt. Bei diesem Schalter sind die Schaltkammern im unteren Teil des

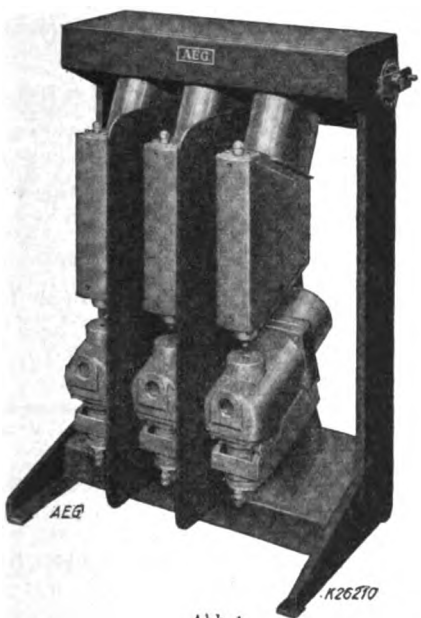


Abb. 1.
Wasserschalter CWS 10/600, Reihe 10, 600 A, Ausschaltleistung 200 MVA.

schmiedeeisernen Gestells auf ovalen Stützern aus Isolationsmaterial — Hartpapier oder Porzellan — nebeneinander angeordnet. Der obere Teil des Gestells ist kastenförmig ausgebildet und in ihm sind Antriebswelle und Ausschaltfedern untergebracht. An dem Oberteil sind, wie Abb. 1 erkennen läßt, Gehäuse mit gleichartigen Stützern befestigt, wie sie zum Tragen der Schaltkammern dienen, in denen die Schaltstifte mit ihrer Gradführung und den Antriebstangen eingebaut sind. Die unteren und oberen Stützer dienen nicht zum Tragen der Schaltkammern bzw. der Gradführungsgehäuse; es sind vielmehr in ihrem Innern Spannbolzen aus Isolationsmaterial angeordnet, die alle auftretenden Kräfte auf das Gestell übertragen. Die Verbindung der Schaltstifte mit der Antriebswelle erfolgt durch Antriebstangen aus Isolierstoff. Die Antriebwelle steht über einen aufgeschweißten Hebel mit einer seitlich im Gestell angebauten Oelbremse in Verbindung, welche die Aufgabe hat, die Bewegungen der Getriebeteile stoßfrei und geräuschlos abzubremsen. Die Leitungsanschlüsse sind oberhalb der Getriebegehäuse und unterhalb der Schaltkammern angeordnet, so daß eine senkrechte Leitungsführung möglich ist. Sie können jedoch auch an der Rückseite des Schalters, am hinteren Teil des Getriebegehäuses oder der Schaltkammer angeordnet werden, so daß der Schalter bei allen in Frage kommenden Dispositionen ohne Schwierigkeiten eingebaut werden kann.

Den Aufbau des Wasserschalters CW zeigt Abb. 2. Dieser Typ wird außer für 600 A auch für höhere Nennstromstärken geliefert. Bei Nennstromstärken über 1000 A wird er mit Parallelkontakten ausgerüstet, die zwangläufig von der Schalterwelle derart gesteuert werden, daß sie stromlos ein- und ausschalten.

Auf der Grundplatte des Schalters sind die drei Pole portalartig nebeneinander aufgebaut. Die Schaltkammerträger aus Metall sind bei jedem Pol auf zwei Stützern aus keramischem Material aufgesetzt. Auf den Schaltkammerträgern sitzt ein weiteres Stützerpaar, auf dem eine Metallhaube ruht, welche die Antriebteile enthält, und in deren Unterseiten ein Schleifkontakt für den Schaltstift befestigt ist. Die zwischen den übereinander angeordneten Stützern befindlichen Löschkammerträger sind auf der einen Seite als Vorratsgefäße für die Schaltflüssigkeit ausgebildet, auf der anderen Seite sind Stützer und Löschkammerträger hohl, und durch diese so gebildete hohle Säule geht die Antriebstange aus Isoliermaterial hindurch. Die gemeinsame Antriebwelle für die drei Pole befindet sich in der Grundplatte, in der auch die Ausschaltfedern angeordnet sind.

Die Anschlußmöglichkeiten sind für diesen Schalter außerordentlich vielseitig, da es durch Anbringung von Kondensatordurchführungen möglich ist, den Schalter jeder geforderten Leitungsführung anzupassen.

Für beide Schalterformen gelten die nachstehend angeführten Konstruktionsmerkmale und technischen Eigenschaften. Die Unterbrechungsstelle ist gut sichtbar, so daß die Schalterstellung und die Beschaffenheit der Schaltstifte vom Betriebspersonal einwandfrei festgestellt werden können. Der Flüssigkeitstand in der Schaltkammer bzw. bei dem Typ CW auch in der Vorratskammer ist noch aus einer Entfernung von mehreren Metern einwandfrei erkennbar. Der Flüssigkeitsvorrat ist so groß, daß mit ihm ohne Erneuerung eine größere Anzahl von Ausschaltungen mit der garantierten Ausschaltleistung ausgeführt werden kann. Beim Schalten mit Nennlast oder bei Leerschaltungen tritt kein irgendwie nennenswerter Verbrauch an Flüssigkeit auf. Die Schaltkammern bestehen aus Löschkammer und Vorkammer. Die Löschkammer aus Bronze ist innen und an der Oberseite mit einer Sonderisoliermasse umpreßt. Die Vorkammer sitzt auf der Löschkammer und besteht aus feuchtigkeitsicherem Isolierstoff. Sie dient dazu, die beim Ausschalten des Schalters aus der Löschkammer tretende Flüssigkeit aufzufangen und den erzeugten Löschdampf niederzuschlagen.

Zum Antrieb der AEG-Wasserschalter können nur Kraftantriebe Verwendung finden. Für den Antrieb

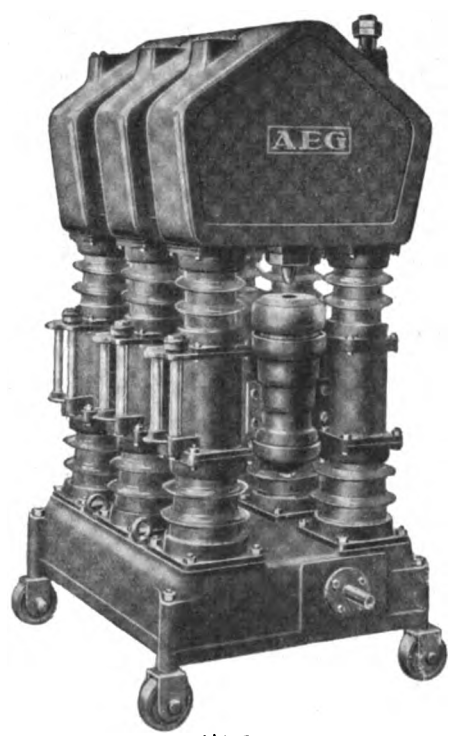


Abb. 2.
Wasserschalter CW 10/600, Reihe 10, 600 A, Ausschaltleistung 400 MVA.

beider Typen ist der AEG-Schwungradantrieb FU 75 bzw. FU 125 entwickelt worden, der für Handbetätigung und Fernbetätigung mit Gleich- oder Drehstrommotor geliefert wird. Daneben kommen für beide Typen auch Druckluftantriebe Form FP 65 und FP 130 zur Anwendung. Der Wasserschalter Form CWS kann auch durch den Handkraftspeicher HK 30, der nur von Hand gespannt werden kann, angetrieben werden.

Digitized by Google

Eternit-Kabelrohre

sind unempfindlich gegen vagabundierende Ströme, mehr sagt Prospekt R 81

Deutsche Asbestzement A.-G., Berlin-Rudow

An die Inserenten!

Es gelangen immer wieder Beschwerden an uns, daß die in Ziffer-Anzeigen verlangten Zeugnisse, Lichtbilder und Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. den Einsendern entweder gar nicht oder erst nach wiederholter Reklamation und oft ohne Angabe der Chiffre der betr. Anzeige wieder zugehen. Da es ohne Frage Pflicht der Inserenten ist, die den Angeboten auf Verlangen beigefügten Anlagen zurückzugeben, so richten wir hiermit an die Inserenten der Zeitschrift das dringende Ersuchen, solche Anlagen stets tunlichst bald kostenfrei und ohne nochmalige Aufforderung seitens der Einsender unmittelbar an letztere unter Angabe der betr. Anzeigen-Chiffre zurückzusenden.

Verlag und Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift"
BERLIN W 9, Linkstraße 23/25

Akkumulatorenfachmann
langjähriger Leiter verschiedener Akkumulatorenfabriken, vollkommen versiert in der Herstellung **aller** Plattenarten, einschließlich Plantéplatten, sucht einen neuen Wirkungskreis. Angeb. u. **J. D. 6265** an **Rudolf Mosse, Berlin SW 100.** [3290]

Kleinere Spezialfabrik für automatische sehr billige Schaltapparate sucht
eingeführte Vertreter
die einen Kundenkreis besitzen oder sich einen solchen schaffen wollen. Angeb. unter **K. L. 736** bef. **R. Mosse, Köln.** [3287]

Ingenieur, 30 J. alt, led., langj. Erf. i. d. Einricht. v. Industrieanl., Projekt. u. Mont., Betriebsüberw. Stromerzeug.- u. Verteilungsanlag., Orts- u. Kabelnetz., Stromverrechnungswesen und Stromlieferungsvertr. f. Großabnehmer, sucht Stllg. Off. u. **E. 3289** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Bei **100** M. mtl. s. Stllg. Bin 25, evangl., Ia Zeichn., gel. Schloss., gute Ersch., Umgangsf. u. Garder., kaufm. begabt, fl. 10-Fing.-Masch.-Schr., Stenogr., energ., strebs. Ia Ref. u. Zeugn. Off. auch später an **Lagerkarte 165, Berlin N 39.** [3286]

Angesehenes, gut fundiertes Unternehmen, das hauptsächlich
Leistungs- u. Klein-Transformatoren
in jeder Spezialausführung baut, sucht gut eingeführte und technisch gebildete Herren als
Vertreter
Angebote u. **E. 3259** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zu kaufen gesucht
kompl. Isolations- u. Kapazitäts-Meßschaltung f. Kabelprüfung samt Spiegelgalvanometer mit obj. Ablesung. A. u. **Nr. 33696/E. 3274** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

ETZ-Anzeigen
verbürgen den
größten Erfolg

Elektromotorenfabrik
die Kleinst-Motore von $^1/_{100}$ bis $^1/_2$ PS herstellt, sucht tüchtigen, branchekundigen
Verkaufsleiter
und Organisator. Bewerber müssen gute Beziehungen zu den in Frage kommenden Abnehmerkreisen haben und eine mehrjährige erfolgreiche Reisetätigkeit nachweisen können. Diplom-Ingenieure mit entsprechenden Qualifikationen werden bevorzugt. Angebote mit Unterlagen, Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und Angabe der Konfession sowie des frühesten Eintrittstermins erbet. u. **E. 3288** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Gutfundierte
Elektrogroßhandelsges.
in Berlin mit erstklassigen Verbindungen und hervorragender Verkaufsorganisation
übernimmt Vertretungen
renommierter Werke **der Elektro-Industrie.** Günstig gelegene Ausstellungs- und Lagerräume vorhanden. Angebote erbeten unter **E. 3291** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Mancher war schon froh

erst eine „Kleine Anzeige" aufgegeben zu haben, ehe er zu anderen kostspieligen Maßnahmen griff. Der Erfolg der „Kleinen Anzeigen" steht meist im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe und ihrem billigen Preis. Darum sollten auch Sie sich in allen vorkommenden Fällen der „Kleinen Anzeigen" in der ETZ bedienen.

Spezial-Federn
aus
Beryllium - Bronze-
Legierungen.
Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.
Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld.

Scheinwerfer
und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate
Emil Niethammer Stuttgart-W
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 27. April 1933** **Heft 17**

Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts*.

Von Dr.-Ing. L. Bloch, Berlin.

Übersicht. Die Wirksamkeit von Strahlungsquellen ist für die verschiedensten Gebrauchszwecke sehr verschieden. Zu ihrer Kennzeichnung ist ein Bewertungsmaßstab erforderlich. Die streng wissenschaftliche Behandlung dieses Problems erfolgt auf Grund der spektralen Energieverteilung der Strahlungsquelle und der spektralen Empfindlichkeitskurve der in Betracht kommenden Wirkung. Nach Besprechung der Vorzüge und Nachteile dieses Verfahrens erörtert der Verfasser ein mehr praktisches Verfahren zur Kennzeichnung der verschiedenen Wirkungen von Strahlungsquellen; es schließt sich an den in der photographischen Technik bereits eingeführten Begriff der Aktinität an. Das Verfahren baut sich auf dem sog. „Wirkwert" auf, und seine Anwendung wird zunächst für das Gebiet der subjektiven und objektiven Photometrie an Hand von Beispielen erklärt. Anschließend wird die Anwendung des Wirkwerts für das ultraviolette Gebiet besprochen und gezeigt, wie auch hier die verschiedenen Wirkungen ultravioletter Strahlung und die hierauf aufgebauten Meßverfahren mit Hilfe des Wirkwerts gekennzeichnet und miteinander verglichen werden können.

Einleitung.

Wer sich mit der Ausbildung von Lichtquellen und deren Einführung in den praktischen Gebrauch befaßt, der lernt im Laufe der Zeit die mannigfaltigsten Wirkungen des Lichtes kennen. Bei der zahlenmäßigen Erfassung dieser Wirkungen treten immer wieder neue Meßverfahren auf, die ebenfalls auf bestimmten Lichtwirkungen beruhen. Die einfache Messung und Angabe der auf dem üblichen photometrischen Wege ermittelten Lichtstärken und Beleuchtungstärken gibt nur für ein recht beschränktes Gebiet einen zutreffenden Beurteilungsmaßstab für die Wirkung der gemessenen Lichtquellen. Am besten kann dies an einem Beispiel erläutert werden:

Drei verschiedene Lichtquellen — eine gasgefüllte Metalldrahtlampe, eine Reinkohlen-Bogenlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen und eine Quarz-Quecksilber-Lampe — sollen bei der Messung mit einem der gebräuchlichen Beleuchtungsmesser auf einer bestimmten Fläche übereinstimmende Beleuchtungstärken ergeben. Bei der Messung mit einer vorzugsweise für rotes Licht empfindlichen Photozelle wird die gasgefüllte Metalldrahtlampe wegen ihres größeren Gehalts an rotem Licht eine erheblich höhere Intensität ergeben als die Quarz-Quecksilber-Lampe mit ihrer mehr grünen und die Bogenlampe mit ihrer mehr blauvioletten Lichtfarbe. Bei der Benutzung der drei Lampen für Arbeitsbeleuchtung wird man zwar bei vielen Arbeiten gleiche Leistungsfähigkeit bei gleicher Beleuchtung feststellen, während bei Arbeiten besonderer Art, wie z. B. für das Unterscheiden sehr feiner Kontraste, die Quarz-Quecksilber-Lampe wegen ihres mehr einfarbigen Lichtes trotz gleicher Beleuchtungstärke u. U. eine größere Leistungsfähigkeit ergeben kann. Gehen wir zur Verwendung für photochemische Zwecke über, z. B. für die Herstellung von Lichtpausen, dann wird die Dauerbrand-Bogenlampe bei gleicher Belichtung den beiden anderen Lampenarten weit überlegen sein. Schließlich ist die Wirkung der von den drei Lampenarten ausgesandten Strahlung auf die menschliche Haut zur Erzeugung eines Erythems wieder bei der Quarzlampe wegen ihres größeren Gehalts an ultravioletter Strahlung bei gleicher Beleuchtungstärke bedeutend stärker als bei der Glühlampe und der Bogenlampe.

Für alle diese verschiedenartigen Wirkungen des Lichtes brauchen wir einen Bewertungsmaßstab; er soll der Hauptgegenstand der folgenden Betrachtungen sein. Bei der großen Bedeutung dieses Problems ist es erklärlich, daß es schon vielfach in der Literatur behandelt wurde. Eine Übersicht über das bisher auf diesem Gebiet Vorliegende würde allein schon ein Buch ausfüllen. Von einem derartigen Überblick muß deshalb an dieser Stelle abgesehen werden.

1. Aufstellung des Rahmens.

Wenn wir über die verschiedenen Wirkungen der verschiedenen Strahlungsquellen Klarheit gewinnen wollen, müssen wir in erster Reihe einen Rahmen hierfür aufstellen, der für die ganze weitere Behandlung der Frage benutzt werden kann. Hierfür soll die in Tafel 1 wiedergegebene Einteilung gewählt werden. In dieser Darstellung sind untereinander alle jeweils für die zu betrachtenden Wirkungen in Frage kommenden Strahlungsquellen aufgeführt. Einige Beispiele hierfür sind in die Tafel 1 aufgenommen. Nebeneinander sind in der Dar-

* Nach einem Vortrag in der gemeinsamen Mitgliederversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für technische Physik und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 28. X. 1932.

Tafel 1. Rahmen für die Kennzeichnung der Wirkungen verschiedener Strahlungsquellen.

Strahlungsquellen		Wirkungen und Meßverfahren																	
		Ultrarot				Licht							Ultraviolett						
		Wirkung		Meßverfahren		Wirkung			Meßverfahren				Wirkung				Meßverfahren		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
Feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe	A																		
	B																		
	C																		
Elektrische Glühlampen	D																		
	E																		
Bogenlampen	F																		
	G																		
	H																		
Leuchtröhren	J																		
	K																		
	L																		

Digitized by Google

stellung dagegen die in Betracht kommenden Wirkungen und Meßverfahren angeordnet und ebenfalls durch einige Beispiele angedeutet. Wie aus der Tafel zu entnehmen ist, brauchen sich die Wirkungen nicht auf das sichtbare Licht zu beschränken, sondern es können auch die Wirkungen der ultraroten und der ultravioletten Strahlung mit in Betracht gezogen werden. Daß neben den Wirkungen auch die Meßverfahren aufgeführt sind, hat seinen Grund darin, daß jedes Meßverfahren auf einer

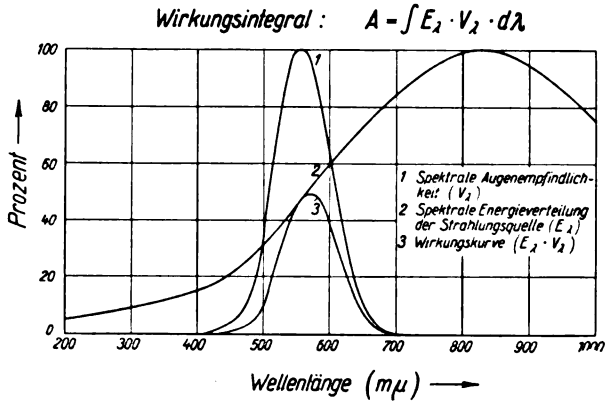


Abb. 1. Ermittlung der Wirkungskurve aus spektraler Energieverteilung und spektraler Empfindlichkeit.

bestimmten Wirkung der Strahlungsquellen beruht. Nunmehr handelt es sich darum, den in dem Rahmen vorhandenen freien Raum in geeigneter Weise auszufüllen. Hierfür gibt es zwei Wege. Der eine ist der streng wissenschaftliche, den ich hier kurz erwähnen möchte, und der andere ein mehr praktischer Weg, mit dem ich mich nachher eingehender befassen will.

2. Kennzeichnung durch spektrale Energieverteilungs-, Empfindlichkeits- und Wirkungskurven.

Der schon lange bekannte und viel benutzte streng wissenschaftliche Weg beruht auf dem Gebrauch der spektralen Energieverteilungskurve für die in Frage kommende Strahlungsquelle und der spektralen Empfindlichkeitskurve für die in Frage kommende Wirkung. Wie hierbei vorzugehen ist, zeigt Abb. 1. Sie enthält die spektrale Energieverteilungskurve (*2*) für einen Temperaturstrahler und die spektrale Empfindlichkeitskurve (*1*) des menschlichen Auges für die verschiedenen Wellenlängen. Für jede Wellenlänge werden die Werte E_λ und V_λ der beiden Kurven miteinander multipliziert, und man erhält so die Wirkungskurve (*3*). Das Integral der Wirkungskurve

$$A = \int E_\lambda V_\lambda \, d\lambda$$

für sämtliche in Frage kommenden Wellenlängen ergibt die Intensität der untersuchten Wirkung für die benutzte Strahlungsquelle. Diese Intensität ist dem Inhalt der Fläche zwischen Wirkungskurve und Abszissenachse proportional. In dieser Weise sind alle Strahlungsquellen und alle Wirkungen zu behandeln, die für ein bestimmtes Betrachtungsgebiet von Interesse sind.

Ein Beispiel zeigt Abb. 2, die entsprechend dem soeben aufgestellten Rahmen angeordnet ist. Hier sind drei verschiedene Strahlungsquellen in Betracht gezogen. Eine von ihnen sendet mehr langwellige Strahlung aus, die zweite enthält vorzugsweise Strahlung im sichtbaren Gebiet, und die dritte liefert mehr ultraviolette Strahlen. Für diese drei Lichtquellen sollen vier verschiedene Wirkungen in den Kreis unserer Betrachtung gezogen werden. Als erste ist die Wirkung auf eine hauptsächlich für das ultrarote Gebiet empfängliche Photozelle gewählt; die hierfür in Frage kommende spektrale Empfindlichkeitskurve ist oben links in Abb. 2 eingetragen. Das Produkt aus den Ordinaten dieser Kurve und denjenigen der einzelnen Energieverteilungskurven ist entsprechend dem in Abb. 1 gezeigten Vorgehen unter der Empfindlichkeitskurve in Abb. 2 eingetragen und ergibt drei verschiedene Wirkungskurven. Wie aus dem Flächeninhalt dieser drei Wirkungskurven hervorgeht, ist die Intensität bei dem ersten Strahler bei weitem am größten und nimmt um so mehr ab, je weniger ultrarote und je mehr kurzwellige Strahlung die Strahlungsquellen enthalten. Als zweite Empfindlichkeitskurve ist die Wirkung auf das menschliche Auge, die bekannte Augenempfindlichkeitskurve, gewählt. Hier gibt naturgemäß die Wirkungskurve für den mittleren Strahler wegen seines vorzugsweisen Gehalts an sichtbarer Strahlung die größte Intensität. Ein weiteres Beispiel zeigt die mehr im kurzwelligen Gebiet liegende, an dritter Stelle angegebene Empfindlichkeitskurve einer photographischen Platte. Die aus den Wirkungskurven sich hier ergebende Intensität wächst im Gegensatz zu den beiden vorangehenden Beispielen mit zunehmendem Gehalt an kurzwelligem Licht. Schließlich zeigt das vierte Beispiel die Empfindlichkeitskurve für ein Ultraviolett-Meßverfahren mit Benutzung einer Kadmium-Photozelle. Hier erhält man naturgemäß für die erste und zweite Strahlungsquelle wegen ihres geringen Gehalts an ultravioletter Strahlung nur noch ganz geringfügige Intensitäten aus den Wirkungskurven, und nur die dritte, hauptsächlich ultraviolette Strahlung aussendende Strahlungsquelle ergibt eine größere Intensität.

Wie dieses Beispiel zeigte, gibt der streng wissenschaftliche Weg mit Benutzung der Energieverteilungs- und der Empfindlichkeitskurve und den daraus sich ergebenden Wirkungskurven einen vollkommenen Überblick über alle Wirkungen der verschiedenen Strahlungsquellen, sobald man erst die erforderlichen Kurven experimentell aufgenommen hat. Die Aufnahme der Energieverteilungskurven der Strahlungsquellen ist für den, der über die erforderlichen spektralphotometrischen Einrichtungen verfügt, eine verhältnismäßig einfache,

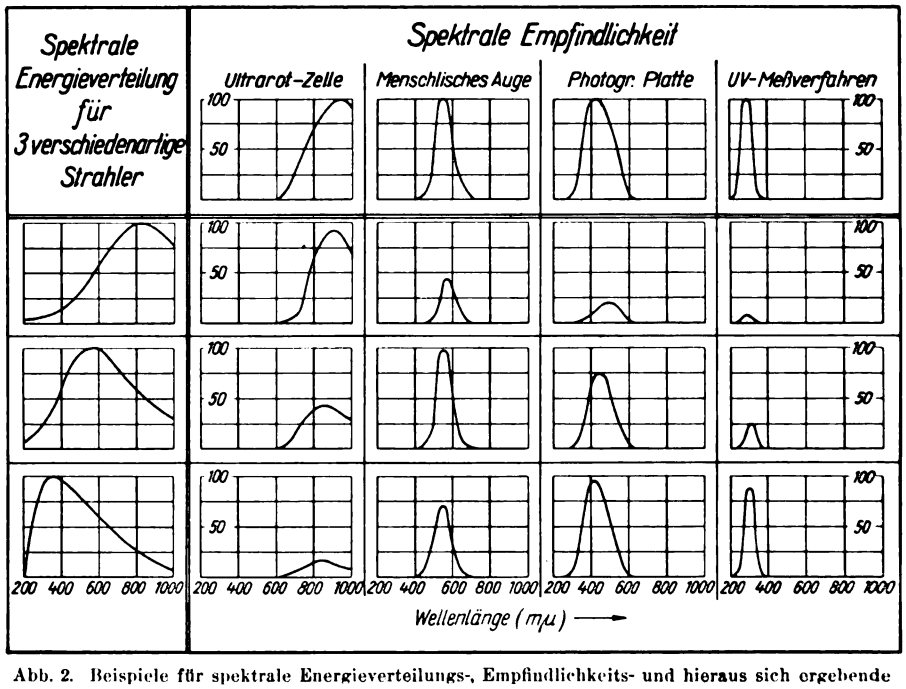


Abb. 2. Beispiele für spektrale Energieverteilungs-, Empfindlichkeits- und hieraus sich ergebende Wirkungskurven.

wenn auch immerhin etwas zeitraubende Aufgabe. Die Empfindlichkeitskurven sind teils mehr, teils weniger einfach zu erhalten. Beispielsweise gibt es für die Aufnahme der Empfindlichkeitskurven der photochemischen Prozesse recht einfache Meßverfahren, und auch für Photozellen sind die Empfindlichkeitskurven nicht

Digitized by Google

schwierig aufzunehmen. Größere Schwierigkeiten bereiten schon die Empfindlichkeitskurven für viele praktische Anwendungen der Strahlungsquellen; hier sind noch manche Lücken auszufüllen. So gibt es beispielsweise für das ganze Ultraviolettgebiet bisher nur recht wenige exakt aufgenommene und zuverlässige Empfindlichkeitskurven, wie z. B. die für die Erzeugung des Erythems auf der menschlichen Haut, die erstmals von Hausser und Vahle aufgenommen wurden. Es bleibt also noch recht viel freier Raum bei der streng wissenschaftlichen Bewertung der verschiedenen Wirkungen unserer Strahlungsquellen auszufüllen.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß man bei der Benutzung dieses wissenschaftlichen Verfahrens mit einiger Vorsicht vorgehen muß. Nicht bei allen Wirkungen und Strahlungsquellen wird man hier unbedingt zuverlässige Ergebnisse erhalten. So kann das Resultat u. U. durch Fehlerquellen beeinflußt werden, die auf den sog. antagonistischen Wirkungen beruhen. Es kann z. B. bei gewissen photochemischen Prozessen das sichtbare Licht eine bestimmte Wirkung ausüben, die aber durch die Wärmestrahlung der benutzten Strahlungsquelle schädlich beeinflußt werden kann, wenn man diese nicht von der Mitwirkung ausschließt. Ebenso können auch gewisse Wirkungen des langwelligen Ultraviolett durch das von manchen Strahlern in reichlichem Maße ausgestrahlte kurzwellige Ultraviolett beeinträchtigt oder sogar aufgehoben werden. Diese schädlichen Wirkungen können naturgemäß in der spektralen Empfindlichkeitskurve nicht zum Ausdruck kommen; denn hier können für die einzelnen Wellenlängen nur positive Werte der Empfindlichkeit vorkommen oder höchstens der Wert Null, wenn überhaupt keine Wirkung von der betreffenden Wellenlänge hervorgerufen wird. Zur Berücksichtigung der antagonistischen Wirkungen müßte man hier auch mit negativen Werten bei den betreffenden Wellenlängen arbeiten, was sich praktisch wohl kaum durchführen lassen wird.

3. Die Aktinität als praktische Kennzeichnung im photochemischen Gebiet.

Nach diesem Überblick über das streng wissenschaftliche Verfahren wollen wir uns nunmehr dem praktischen Weg zur Kennzeichnung der Wirkung des Lichts zuwenden. Auch dieser Weg ist durchaus nicht neu, sondern bei der Anwendung des Lichts zu photochemischen Wirkungen bereits allgemein begangen. Hier kennt man schon seit längerer Zeit den Wert der Aktinität der verschiedenen Lichtquellen. Die Aktinität einer Lichtquelle gibt uns an, um wieviel mal größer ihre Wirksamkeit für einen bestimmten photochemischen Prozeß im Vergleich zu einer Normallichtquelle unter bestimmten festgelegten Bedingungen ist. Während früher noch eine recht erhebliche Willkür für die Angabe der photographischen Aktinitätszahlen herrschte und die meisten in der Literatur vorhandenen Zahlen immer wieder für andere Bedingungen galten, hat die Deutsche Gesellschaft für photographische Forschung jetzt Ordnung auf dem Gebiete der Sensitometrie zu schaffen begonnen und bereits Vorschläge für die festzulegenden Verhältnisse hinsichtlich Wahl der Normallichtquelle, der Belichtungszeit, der Schwärzung und der Entwicklungsbedingungen aufgestellt, die für die Untersuchung photographischer Materialien gelten sollen[1]. Diese Vorschläge können sinngemäß auch für die Angabe der Aktinitätswerte als Grundlage dienen, wie in einem Vortrag von Reeb[2] auf der 3. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für photographische Forschung eingehend erörtert wurde.

Wie die photographischen Wirkungen in den oben aufgestellten Rahmen sich einordnen, soll hier an einem Beispiel gezeigt werden, das in Tafel 2 wiedergegeben ist. Es enthält vertikal 4 Lichtquellen und horizontal 4 verschiedene Wirkungen.

Das erste, was bei der Ausfüllung des aufgestellten Rahmens zu geschehen hat, ist die Entscheidung über die Bezugswerte, auf die alle in den Rahmen einzutragenden Werte sich zu beziehen haben. Man muß

Zahlentafel 2. Beispiele für die Aktinität verschiedener Lichtquellen für photographische Wirkungen.

Lichtquellen	Aktinitätswerte für Photometermessung	gewöhnliche Platten	panchromatische Platten	Gaslichtpapier
Normal-Glühlampe mit Tageslichtfilter	1	1	1	1
gasgefüllte Metalldrahtlampe	1	0,5	0,6	0,35
Niederdruck-Quecksilber-Lampe	1	0,8	1	1,5
geschlossene Bogenlampe	1	6	4	7

sich von vornherein für eine bestimmte Lichtquelle als Bezugswert entscheiden, und außerdem für eine bestimmte Wirkung oder ein bestimmtes Meßverfahren. Auf diese Weise erhält man in dem aufzustellenden Schema stets eine Horizontalreihe mit den Werten 1, die für die Bezugslichtquelle gelten, und eine Vertikalreihe mit den Werten 1, die für das Bezugsmeßverfahren oder die Bezugswirkung gelten. In dem hier für uns vorliegenden Falle der photographischen Wirkungen sind für beide bereits Entscheidungen getroffen. Als Normal-Lichtquelle haben die Deutsche Gesellschaft für photographische Forschung und der Internationale Kongreß für Photographie im Jahre 1931 eine Metalldraht-Glühlampe von der Farbtemperatur 2360 ° C in Verbindung mit dem sog. Davis-Gibson-Filter angenommen, das die Farbe der Glühlampe mit der Farbe des natürlichen Tageslichts in Übereinstimmung bringt. Als Normal-Meßverfahren gilt hier das allgemein übliche photometrische Meßverfahren. Denn alle Angaben für die Aktinität der Lichtquellen für photographische Zwecke werden auf die photometrisch gemessene Lichtstärke der Lichtquellen bezogen. Die Spalte für die photometrische Messung weist deshalb ebenso wie die Zeile für die Normal-Glühlampe mit Tageslichtfilter die Werte 1 für die Aktinität auf. Die übrigen in Tafel 2 eingetragenen Aktinitätswerte sind Beispiele für die Ergebnisse einiger Untersuchungen, denen aber, ebenso wie bei den später folgenden Beispielen, keinerlei Anspruch auf allgemeine Gültigkeit beigemessen werden soll. Wenn wir jetzt beispielsweise für die geschlossene Bogenlampe und die Belichtung von gewöhnlichen photographischen Platten den Aktinitätswert 6 aus der Tafel 2 entnehmen, so bedeutet das die sechsfache Wirksamkeit im Vergleich zur Normal-Lichtquelle. Dementsprechend würden wir bei Belichtung mit einer geschlossenen Bogenlampe nur den sechsten Teil der Beleuchtungstärke wie bei der Normal-Lichtquelle benötigen, um bei gleicher Belichtungszeit die in den Normen vorgeschriebene Schwärzung unter Einhaltung der übrigen Normvorschriften hervorzurufen. Der Bereich der Gültigkeit der Aktinitätszahlen für eine bestimmte Wirkung, beispielsweise für die Belichtung gewöhnlicher photographischer Platten, hängt ganz von der verlangten Genauigkeit ab. Benötigt man nur eine allgemeine Kennzeichnung der Wirkung der verschiedenen Lichtquellen auf Plattenmaterial dieser Art, so wird man sich mit einer Zahl für diese Plattenart begnügen können. Bei größeren Ansprüchen an Genauigkeit wird man eine stärkere Differenzierung zwischen den verschiedenen Plattensorten und Emulsionen verlangen.

Benutzt man anstatt der photometrischen Messung ein photographisches Meßverfahren, beispielsweise unter Heranziehung des in der letzten Spalte der Tafel aufgeführten Gaslichtpapiers als Versuchsobjekt, so gestatten die hierfür geltenden Aktinitätswerte bei einem Vergleich mit den Aktinitätswerten für andere photographische Stoffe zu beurteilen, wieweit das Meßverfahren zutreffende Werte für die verschiedenen Stoffe liefert. Nur bei Übereinstimmung der Aktinitätswerte ist eine Übertragung der Ergebnisse des Meßverfahrens für die Beurteilung der photographischen Wirkung auf andere Stoffe ohne weiteres zulässig. Fallen die Aktinitätswerte dagegen verschieden aus, wie dies in Tafel 2 der Fall ist, so muß jeweils der Unterschied zwischen diesen beim Gebrauch des Meßverfahrens berücksichtigt werden.

(Schluß folgt.)

[1] Z. wiss. Photogr. Bd. 31, S. 81 (1932).
[2] Photogr. Ind. 1932, S. 1147.

Digitized by Google

Probebetrieb eines Lichtbogenventils für große Durchgangsleistung im Kraftwerk Zschornewitz der Elektrowerke AG.

Die neueste Entwicklung dieser Ventile.

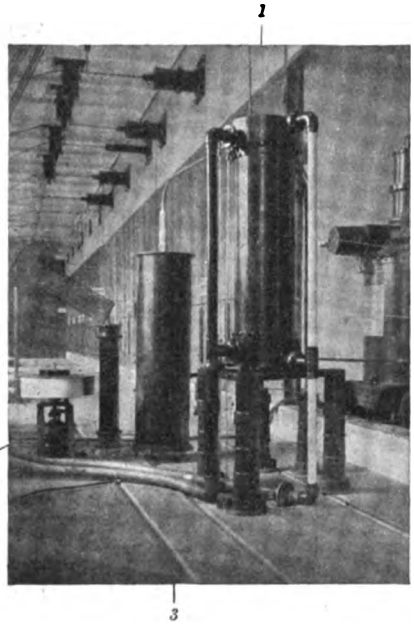
Von Erwin Marx, Braunschweig.

Übersicht. Es wird über den Probebetrieb eines Lichtbogenventils berichtet, das für hohe Sperrspannung und große Stromstärke gebaut ist. Ferner wird ein neuer Gesichtspunkt beschrieben, der für den Bau solcher Ventile sowie für die einmalige Löschung stromstarker Wechselstrom-Lichtbögen von großer Bedeutung ist.

1. Versuchsbetrieb im Kraftwerk Zschornewitz.

Durch weitgehende Unterstützung der Elektrowerke AG. war es möglich, eine Versuchsanlage zur Prüfung eines Lichtbogenventils zugleich mit hoher Sperrspannung und mit hoher Stromstärke zu errichten[1]. Es wurde damit festgestellt, daß die mit der im Hochspannungsinstitut der Technischen Hochschule Braunschweig benutzten Ersatzprüfschaltung gewonnenen Ergebnisse völlig einwandfrei sind und daß das Ventil für große Durchgangsleistung geeignet ist[2].

Zur Untersuchung des Ventils in Zschornewitz wurde eine Phase eines 110 kV-Transformators (Leistung 23 500 kVA) über das Ventil mit einem ohmschen Widerstand belastet. In dem Ventil wurde durch eine Hochfrequenz-Zündanlage in bekannter Weise in jeder Periode einmal ein Lichtbogen erzeugt, so daß ein pulsierender Gleichstrom fließt, dessen Stärke sich durch die Größe des angeschlossenen Widerstandes sowie durch den Zündzeitpunkt ändern läßt. Den Aufbau des Ventils und der Zündeinrichtung zeigt Abb. 1. Der Scheitelwert der Sperrspannung betrug bei der Prüfung 63,5 $\sqrt{2} = 90$ kV, der Scheitelwert des Stromes 76 A. Eine Erhöhung über diesen Wert war wegen der einphasigen Belastung des den Transformator speisenden Generators nicht möglich. Das Ventil und die Hilfseinrichtungen arbeiteten bei diesem Betriebe völlig einwandfrei. Aus der Aufzeichnung des angeschlossenen Drehspul-Registrierinstrumentes und aus dem Oszillogramm ergab sich ein glatter und regelmäßiger Verlauf der Kurve. Die Höhe der Sperrspannung wurde durch den in der Durchlaßperiode fließenden Strom praktisch gar nicht beeinflußt, d. h. die Durchschlagspannung zwischen den Elektroden ohne vorher fließenden Lichtbogenstrom war praktisch ebenso hoch, wie wenn in der Arbeitsperiode der Lichtbogen bestand. Die Löschung der Lichtbögen ist also fast als ideal zu bezeichnen. (Beispielsweise bei einem Elektrodenabstand von 10 mm und einem Druck in der Kammer von 2,5 atü arbeitete das Ventil bei vollem Strom ohne Rückzündungen.)



1 Lichtbogenventil *2* rotierende Funkenstrecke *3* Tesla-Transformator

Abb. 1. Versuchsaufbau in Zschornewitz.

Das Ventil ist gebaut für eine Sperrspannung von etwa 350 kV und für einen Scheitelstrom von etwa 300 A. Sechs solche Ventile sind demnach in Graetz-Schaltung und bei Anschluß an ein Drehstromnetz von etwa 110 kV für eine umzuformende Leistung von $110\sqrt{2} \cdot 300 \approx 45\,000$ kW geeignet. Die Prüfung des Ventils konnte also in der einphasigen Belastung nur mit einem geringen Bruchteil dieser Werte erfolgen. Um jedoch die Erwärmung des Ventils und den Abbrand der Elektroden auch bei hoher Stromstärke im Dauerbetrieb festzustellen, wurden außerdem Versuche mit einer Betriebspannung von 500 V und einem Strom von 300 A_{max} durchgeführt. Die Tatsache, daß das Ventil bei so niedriger Spannung überhaupt betrieben werden kann, zeigt, wie gering der Spannungsabfall und die Verluste im Ventil sind. Mit dem Scheitelstrom von 300 A wurde ein Dauerbetrieb von etwa 70 h durchgeführt. Das Lichtbogenventil und die Hilfseinrichtungen erwiesen sich auch bei diesem Betrieb als einwandfrei. Aus dem Elektrodenbefund nach Beendigung der Versuche kann geschlossen werden, daß die Elektroden bei einwandfreier Herstellung eine sehr hohe Lebensdauer erreichen werden. Wenn das Elektrodenmaterial schließlich zerstört wird, so können die dem Abbrand unterworfenen Teile rasch ausgewechselt werden. Der geplante Probebetrieb eines Lichtbogenventils mit seinen Hilfseinrichtungen ist durch diese Versuche zu einem erfolgreichen Abschluß gekommen.

Zum Schluß dieser Ausführungen sei es mir gestattet, auch an dieser Stelle der Elektrowerke AG., insbesondere Herrn Direktor Dr. Peucker, meinen Dank für die Ermöglichung und Unterstützung dieser Versuche auszusprechen. Es ist sehr erfreulich, daß sich auch in der heutigen wirtschaftlichen Notzeit Unternehmen finden, die bereit sind, die technische Entwicklung durch Geldmittel und Zurverfügungstellung ihrer Anlagen zu fördern.

2. Die Weiterentwicklung der Lichtbogenventile.

Die in den bisherigen Veröffentlichungen dargestellte Form der Lichtbogenventile[3] hat insofern eine Verbesserung erfahren, als a) der Strömungskanal für die Preßluft hinter dem engsten Querschnitt der Ausströmöffnungen in den Elektroden sich rasch so stark wie möglich erweitert und b) besondere Mittel zur Verringerung der Luftgeschwindigkeit hinter diesem engsten Querschnitt angewendet werden[4]. [Die unter a) genannte Verbesserung war bei dem im Kraftwerk Zschornewitz untersuchten Ventil bereits vorhanden.] Ein Lichtbogenventil, bei dem diese Neuerungen berücksichtigt sind, zeigt in schematischer Darstellung die Abb. 2. Dieser neuen Entwicklungsform liegt folgende aus Überlegungen und Versuchen gewonnene Erkenntnis zugrunde: Die Löschung eines Wechselstrom-Lichtbogens geht bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen um so leichter vor sich, je niedriger die Lichtbogenspannung im Augenblick der Stromunterbrechung ist und je mehr ein Anstieg der Lichtbogenspannung unmittelbar vor der Lichtbogenlöschung vermieden wird. Die Lichtbogenspannung ist bekanntlich nicht konstant, sondern sie wächst an, wenn der Strom kleiner wird und wenn durch äußere Einflüsse eine Steigerung des Wärmeentzugs des Lichtbogens eintritt. Je rascher das Anwachsen der Lichtbogenspannung gegen Ende einer Lichtbogen-Brenndauer erfolgt, um so rascher wird der Strom von seinem jeweiligen Augenblickswert auf Null herabgehen. Bei einem durch die vorliegenden Verhältnisse bestimmten Minimalwert des Stromes beginnt die Lichtbogenspannung außerordentlich rasch zu wachsen, und der Strom springt dann fast unmittelbar von diesem Werte, den wir Minimalstrom nennen wollen, auf Null herab. Der Minimalstrom ist um so größer, je höher die Lichtbogenspannung an sich ist und je kräftiger die benutzten Lichtbogen-Löschmittel wirken. Unmittelbar nach dem Verschwinden des Stromes beginnt die Sperrspannung an der Lichtbogenstrecke anzuwachsen. Sie muß

[1] Über den Bau solcher Ventile s. ETZ 1932, S. 737, und Erwin Marx, Lichtbogen-Stromrichter, Berlin 1932, Verlag Julius Springer.

[2] Der Aufbau der Versuchseinrichtung und die Durchführung der Versuche erfolgten durch Herbert Buchwald und Gottfried Krahl.

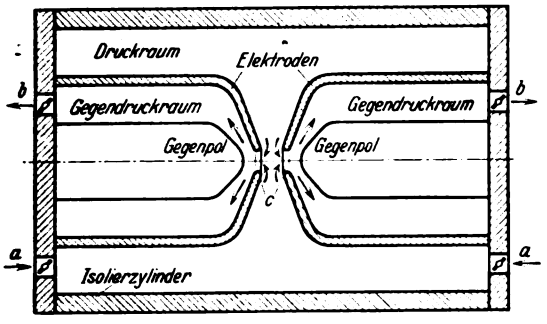
[3] S. ETZ 1932, S. 737, Abb. 1, und Buch Lichtbogen-Stromrichter S. 112, Abb. 71.

[4] Bei dieser Entwicklung waren die Herren Herbert Buchwald, Gottfried Krahl und Ernst-August Knoke stark beteiligt. Der Vorschlag, den in der Abb. 2 eingezeichneten Gegenpol zu verwenden, stammt von Buchwald und Krahl.

Digitized by Google

um so leichter zu Rückzündungen führen, je größer die Nachwirkungen des Lichtbogenstromes sind. Diese Nachwirkungen bestehen in der Hauptsache aus Wärme und Ionisation. Beide Größen hängen von dem Produkt aus Minimalstrom und Lichtbogenspannung ab.

Man sieht aus dieser Betrachtung, daß man bei der Löschung von Wechselstrom-Lichtbögen die Lichtbogenspannung und deren Anstieg unmittelbar vor der Lichtbogenlöschung möglichst klein halten muß, wenn man die Nachwirkungen und die Rückzündgefahr verkleinern will. Diese Forderung ergibt sich unabhängig von der Art der Lichtbogen-Löscheinrichtung. Sie gilt also für alle Fälle, in denen Wechselstrom-Lichtbögen periodisch oder einmalig gelöscht werden sollen[5]. Wendet man diese Erkenntnis auf die Lichtbogenventile an, so ergibt sich, daß die Luftströmung während des eigentlichen Stromdurchgangs so schwach wie möglich gehalten werden muß, so daß durch diese Strömung lediglich eine Anhäufung der im eigentlichen Lichtbogenraum zwischen den Elektroden entstehenden Wärme vermieden wird. Ferner muß auch die durch das Hinaustreiben der Lichtbogen-Fußpunkte durch die Ausströmöffnungen *c* in den Elektroden (s. Abb. 2) entstehende



a Lufteintrittstellen
b Luftaustrittstellen
c engste Stelle des Austrittsquerschnittes in den Elektroden

Die Pfeile deuten die Luftströmung an. Die Elektroden-Kühleinrichtung und die Wicklungen zur magnetischen Ablenkung der Lichtbögen sind der Deutlichkeit halber nicht mit dargestellt.

Abb. 2. Schematische Darstellung eines Schnittes durch ein Lichtbogenventil.

Lichtbogenverlängerung so klein wie möglich gehalten werden. Um das zu erreichen, muß die Luftgeschwindigkeit nach dem Passieren des engsten Querschnittes *c* auf möglichst kurzem Wege verringert werden. In dieser Hinsicht sind die früher veröffentlichten Elektrodenformen nicht besonders günstig. Der Luftausströmkanal in den Elektroden erweitert sich zwar auch dort erheblich, aber die ausströmende Luft reißt den Lichtbogen unter Umständen ziemlich weit in die Ausströmkanäle hinein. Die Anordnung nach der hier beigegebenen Abb. 2 vermeidet diesen Nachteil. Die Luft strömt durch die Ausströmöffnungen *c* an den Elektroden aus. Der Ausströmungsquerschnitt erweitert sich dann so stark wie möglich. Um zu verhindern, daß die Luft nach dem Durchströmen der engsten Stelle *c* in einheitlichem Strahle weiter verläuft, dadurch eine hohe Geschwindigkeit behält und den Lichtbogen stark verlängert, sind Gegenpole angebracht, durch die die Luft gezwungen wird, ihren Strömungsquerschnitt zu vergrößern. Eine solche Verringerung der Luftgeschwindigkeit hinter der engsten Stelle der Ausströmöffnung ist auch auf anderen Wegen, z. B. durch Absaugen der Grenzschicht[6], durch schraubenförmige oder sonstige gesteuerte Luftbewegung usw. möglich.

Um bei der in Abb. 2 dargestellten Anordnung die Lichtbogenspannung und deren Anstieg kurz vor der Löschung klein zu halten, wird die Druckdifferenz zwischen „Druckraum" und dem Raum, in den die Luft durch die Öffnungen *c* der Elektroden ausströmt, während des Betriebes der Lichtbogenventile so klein wie möglich gehalten. Um trotzdem mit hohem Absolutdruck in dem Druckraum arbeiten zu können (weil sich dadurch auch bei hoher Betriebspannung mit kleinem Elektrodenabstand auskommen läßt), wird durch die Drosselklappen *b* ein Gegendruck hinter den Ausströmöffnungen *c* hervorgerufen. Der Gegendruckraum darf dabei nicht zu klein sein, weil sich sonst infolge des pulsierenden Lichtbogenbetriebes Luftstauungen ergeben. Wir wollen den Druckunterschied zwischen Druckraum und Gegendruckraum „Differenzdruck" nennen.

Versuche zeigten das zuerst überraschende Ergebnis, daß bei Vergrößerung des Differenzdruckes die Rückzündspannung sank, daß also die Lichtbogenlöschung schlechter wurde. Diese Tatsache beweist die oben aufgestellte Behauptung. Das günstigste Arbeiten der Ventile ergibt sich bei Differenzdrucken, die in der Größenordnung von 0,1 at liegen. Dabei wird die Durchschlagspannung zwischen den Elektroden durch den in der Arbeitszeit fließenden Lichtbogenstrom nur um wenige Prozente gegenüber der Durchschlagspannung ohne vorher fließenden Strom herabgesetzt. Bei dem Probebetrieb im Kraftwerk Zschornewitz konnte der Differenzdruck bei 90 kV Sperrspannung und 76 A bis auf 0,017 at gesenkt werden, ehe Rückzündungen eintraten.

Es liegt auf der Hand, daß durch das Arbeiten mit so kleinen Differenzdrucken sehr große Vorteile entstehen. Je geringer die Strömungsgeschwindigkeit in den Ausströmöffnungen ist, um so kleiner wird die Lichtbogenspannung und um so niedriger bleiben die Verluste. Es wird also dadurch der Wirkungsgrad erhöht, und die zur Wärmeabfuhr nötigen Maßnahmen werden erleichtert.

Die beiden wichtigsten Gesichtspunkte für Lichtbogenventile, nämlich gute Löschfähigkeit und geringe Verluste, sind also durch die gleichen Mittel, nämlich ganz allgemein durch Kleinhalten der Lichtbogenspannung während des Betriebes und bei der Löschung, zu erreichen. Bei hohem Absolutdruck im Druckraum läßt sich die erforderliche Luftströmung durch ein Gebläse erzielen, das zwischen Gegendruckraum und Druckraum eingeordnet wird. Das Löschmittel muß dann rückgekühlt werden, die Verwendung von Stickstoff an Stelle von Luft verspricht in diesem Falle Vorteile. Durch eine solche Anordnung wird die zur Erzeugung der Gasströmung erforderliche Leistung sehr klein.

Durch die Anwendung der geschilderten Maßnahmen wird die Lichtbogenspannung während des Betriebes so klein, daß die Lichtbogenventile bis herab zu Betriebspannungen von einigen hundert Volt mit gutem Wirkungsgrad arbeiten. In vielen Fällen läßt die einfache und robuste Bauart der Ventile ihre Verwendung trotz des bei sehr niedriger Betriebspannung schlechteren Wirkungsgrades günstiger erscheinen als die Benutzung anderer Ventile.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sei für die Unterstützung der Versuche herzlichst gedankt.

[5] Die bisher, insbesondere im Schalterbau, üblichen Löschmethoden stehen im Gegensatz zu diesen Betrachtungen. Es wurde bisher als besonders günstig angesehen, wenn der Lichtbogen bei der Löschung so stark wie möglich verlängert und dem Lichtbogen so viel wie möglich Wärme entzogen wurde. Durch solche Maßnahmen werden die Lichtbogenspannung kurz vor der Löschung und der Minimalstrom sehr stark vergrößert, und die Nachwirkungen des Lichtbogens werden besonders stark. Bei richtiger Anwendung der oben angegebenen, für die Lichtbogenlöschung maßgebenden Gesichtspunkte sind umwälzende Verbesserungen auch im Schalterbau zu erwarten.

[6] S. zum Beispiel Z. VDI Bd. 70, S. 1153 (1926).

Grenzspannweiten bei Starkstromkreuzungen.

Von Geh. Baurat F. Besser, Berlin.

Übersicht. Es wird die Aufstellung einer Kurventafel angegeben, welche für die Bestimmung von Durchhängen bei Freileitungen die mathematischen Beziehungen zwischen Durchhang, Zugspannung, Spannweite und Belastung auf Grund der Eigenschaften der Kettenlinie darstellt. Die Tafel ist unabhängig von den Eigenschaften der Baustoffe, sie gilt daher in ähnlicher Weise wie Logarithmentafeln ganz allgemein, also für alle Baustoffe, alle Belastungsarten usf. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe dieser Tafel durch einfache, gerade Hilfslinien für beliebige Baustoffe die Grenzspannweiten ermittelt werden können, welche von verschiedenen Verwaltungen für Starkstromkreuzungen vorgeschrieben worden sind. Ferner wird gezeigt, wie die Durchhangsverhältnisse bestimmt werden können, wenn in besonderen Fällen die Grenzspannweiten überschritten werden sollen.

Die „Kreuzungsvorschriften für Starkstromanlagen" sowohl des Reichspostministers als auch diejenigen des

Digitized by Google

Reichsverkehrsministers (für Kreuzungen mit Reichswasserstraßen) und der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind kürzlich neu aufgestellt worden. Sie enthalten u. a. Bestimmungen über die größten zulässigen Spannweiten für verschiedene Baustoffe und Leitungsquerschnitte. Diese Vorschriften, die von den bisherigen der genannten Verwaltungen und denjenigen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker abweichen, gründen sich darauf, daß

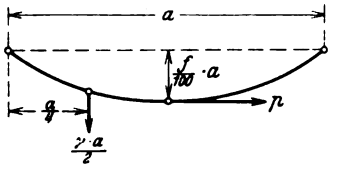


Abb. 1.

1. bei —5 ° C und der vom VDE angenommenen Zusatzlast von $180\sqrt{d}$ die Hälfte der in den Verbandsvorschriften für den Bau von Starkstromleitungen angegebenen Höchstzugspannungen nicht überschritten werden soll, und daß
2. bei einer bestimmten Vergrößerung der Zusatzlast höchstens die Dauerzugfestigkeit des jeweils gewählten Baustoffes erreicht werden darf.

Die Annahmen, welche die drei genannten Verwaltungen für die Vergrößerung der Zusatzlast gemacht haben, unterscheiden sich insofern, als

das Reichspostministerium das 4fache,
das Reichsverkehrsministerium das 5fache,
die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft das 6fache

der vom VDE vorgeschriebenen Normalzusatzlast von $180\sqrt{d}$ der Ermittlung der Grenzspannweiten zugrunde gelegt haben. Dagegen ist von den drei Verwaltungen einheitlich angenommen worden, daß die festgelegten Grenzspannweiten überschritten werden dürfen, falls durch Vergrößerung des Durchhanges dafür gesorgt wird, daß bei den angegebenen vergrößerten Zusatzlasten die Beanspruchung der Leitungen nicht größer als die Dauerzugfestigkeit wird.

Im folgenden soll ein einfaches Verfahren angegeben werden, nach welchem sich sowohl die Grenzspannweiten unter den von den drei Verwaltungen gemachten Voraussetzungen als auch die erforderliche Vergrößerung des Durchhangs bei Überschreitung der Grenzspannweiten ermitteln lassen.

Es bedeuten:

a die Spannweite in m,

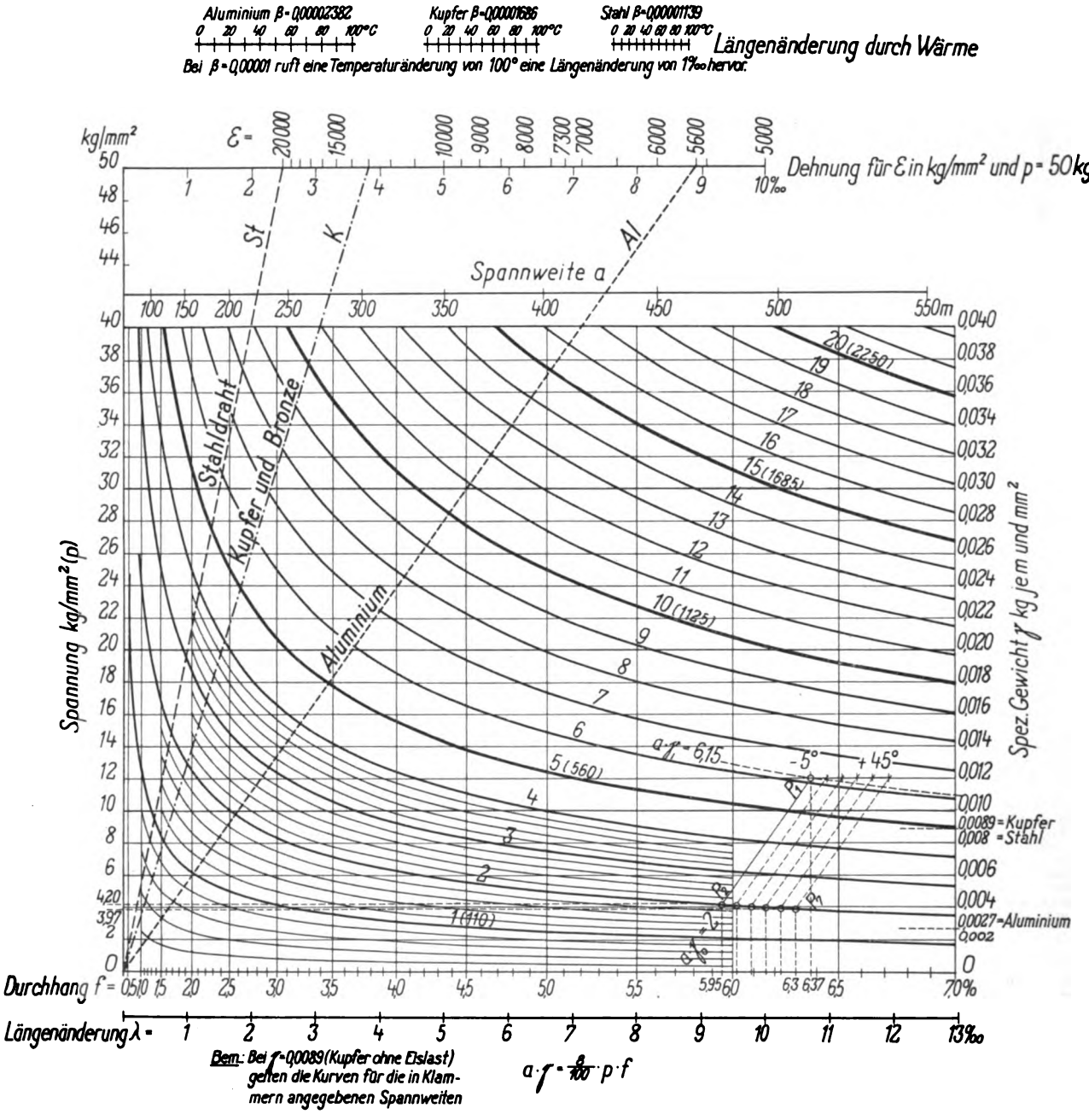


Abb. 2. Durchhang und Zugspannung für beliebige Spannweiten und beliebige Baustoffe.

Digitized by Google

γ das auf 1 mm² des tragenden Leitungsquerschnittes entfallende Gesamtgewicht von 1 m Leitung in kg einschl. Zusatzlast, falls eine solche vorhanden (z. B. $\gamma_0 = 0{,}0089$ kg/mm² und m für Kupfer ohne Zusatzlast, $\gamma_1 = 0{,}0198$ kg/mm² und m für Kupferseil von 50 mm² Querschnitt bei einer Zusatzlast von $180\sqrt{d}$),

f den Durchhang der Leitung in % der Spannweite (z. B. $f = 3$),

p die Zugspannung in kg/mm²,

λ die Längenzunahme, d. h. die Differenz zwischen der Länge des Bogens und der Länge der zugehörigen Sehne der Kettenlinie, in ‰ der Spannweite.

möglich, weil bei der Kettenlinie zu jedem beliebigen Werte f des Durchhanges e i n e ganz bestimmte Längenzunahme λ gehört. Aus der Gleichung der Kettenlinie ergeben sich folgende Werte:

Durchhang in % der Spannweite:

$f =$ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 %,

Längenzunahme in ‰ der Spannweite:

$\lambda =$ 0,27 1,07 2,40 4,25 6,63 9,5 12,9 16,9 20,3 26,2 ‰.

Die Kurvenschar nach Abb. 2 stellt lediglich die mathematischen Beziehungen dar, die sich aus den Eigenschaften der Kettenlinie für a, γ, p und f ergeben. Sie gilt daher für alle Baustoffe, für alle Belastungsarten, für

Z a h l e n t a f e l 1. Leitungseile und Eislasten.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Seil-		Spezif. Gewicht des Seilmaterials	Gewicht des Seiles	Eislast nach der Verbandsformel	Eisgewichte bei				Gesamtgewicht des Seiles bei							
querschnitt mm²	durchmesser d mm	kg je m und mm² γ	je lfd. m kg (E_1)	($180\sqrt{d}$) je lfd. m kg	1facher (E_1)	2facher (E_2)	4facher (E_4)	6facher (E_6)	1fach ($E_1+\gamma$)	2fach ($E_2+\gamma$)	4fach ($E_4+\gamma$)	6fach ($E_6+\gamma$)	γ_2/γ_1	γ_4/γ_1	γ_6/γ_1	Seilquerschnitt
					Eislast für 1 m Seillänge und 1 mm² Seilquerschnitt kg				Eislast, bezogen auf 1 m Seillänge und 1 mm² Seilquerschnitt in kg							mm²
									γ_1	γ_2	γ_4	γ_6				
					a) K u p f e r.											
10	4,1	0,0089	0,090	0,365	0,0365	0,0730	0,1460	0,2190	0,0455	0,0820	0,1550	0,2280	1,80	3,41	5,01	10
16	5,1	0,0089	0,143	0,402	0,0251	0,0502	0,1004	0,1506	0,0341	0,0592	0,1094	0,1596	1,71	3,21	4,68	16
25	6,3	0,0089	0,218	0,452	0,0181	0,0362	0,0724	0,1086	0,0271	0,0452	0,0814	0,1176	1,67	3,01	4,33	25
35	7,5	0,0089	0,306	0,493	0,0141	0,0282	0,0564	0,0846	0,0231	0,0372	0,0654	0,0936	1,61	2,83	4,05	35
50	9	0,0089	0,441	0,540	0,0108	0,0216	0,0432	0,0648	0,0198	0,0306	0,0522	0,0738	1,55	2,64	3,73	50
70	10,5	0,0089	0,594	0,583	0,0083	0,0166	0,0332	0,0498	0,0173	0,0256	0,0422	0,0588	1,48	2,44	3,40	70
95	12,5	0,0089	0,837	0,637	0,0067	0,0134	0,0268	0,0402	0,0157	0,0224	0,0358	0,0492	1,42	2,28	3,13	95
120	14	0,0089	1,053	0,673	0,0056	0,0112	0,0224	0,0336	0,0146	0,0202	0,0314	0,0426	1,38	2,15	2,92	120
150	15,8	0,0089	1,323	0,716	0,0048	0,0096	0,0192	0,0288	0,0138	0,0186	0,0282	0,0378	1,35	2,04	2,74	150
185	17,5	0,0089	1,638	0,753	0,0041	0,0082	0,0164	0,0246	0,0131	0,0172	0,0254	0,0336	1,31	1,94	2,57	185
					b) A l u m i n i u m.											
16	5,1	0,0027	0,043	0,402	0,0251	0,0502	0,1004	0,1506	0,0278	0,0529	0,1031	0,1533	1,90	3,71	5,52	16
25	6,3	0,0027	0,068	0,452	0,0181	0,0362	0,0724	0,1086	0,0208	0,0389	0,0751	0,1113	1,87	3,61	5,35	25
35	7,5	0,0027	0,095	0,493	0,0141	0,0282	0,0564	0,0846	0,0168	0,0309	0,0591	0,0873	1,84	3,51	5,19	35
50	9	0,0027	0,135	0,540	0,0108	0,0216	0,0432	0,0648	0,0135	0,0243	0,0459	0,0675	1,80	3,40	5,00	50
70	10,5	0,0027	0,189	0,585	0,0083	0,0166	0,0332	0,0498	0,0110	0,0193	0,0359	0,0525	1,75	3,26	4,86	70
95	12,5	0,0027	0,257	0,637	0,0067	0,0134	0,0268	0,0402	0,0094	0,0161	0,0295	0,0429	1,71	3,14	4,56	95
120	14	0,0027	0,324	0,673	0,0056	0,0112	0,0224	0,0336	0,0083	0,0139	0,0251	0,0363	1,68	3,02	4,37	120
150	15,8	0,0027	0,405	0,716	0,0048	0,0096	0,0192	0,0288	0,0075	0,0123	0,0219	0,0315	1,64	2,92	4,20	150
185	17,5	0,0027	0,500	0,753	0,0041	0,0082	0,0164	0,0246	0,0068	0,0109	0,0191	0,0273	1,60	2,81	4,01	185

Nach Abb. 1 gilt dann folgende Momentengleichung:

$$\frac{f\,a}{100}\,p = \frac{\gamma\,a}{2}\,\frac{a}{4}$$

oder

$$p\,f = \frac{100}{8}\,a\,\gamma.$$

Für eine gegebene Spannweite $a = a_1$ und ein gegebenes spezifisches Gewicht $\gamma = \gamma_1$ sind also die Beziehungen zwischen p und f aus einer gleichseitigen Hyperbel

$$p\,f = \text{konst.}\,a_1\,\gamma_1$$

abzulesen. Für verschiedene Werte $a_1\,\gamma_1$, $a_2\,\gamma_2$ usw. ergibt sich eine Kurvenschar ähnlich der in Abb. 2 dargestellten. In dieser Figur ist aus Zweckmäßigkeitsgründen noch folgender Kunstgriff angewendet worden.

Statt des Durchhanges f wurden die jeweils zugehörigen Längenzunahmen λ in ‰ der Spannweite nach einem beliebigen Maßstabe als Abszissen und die zu f gehörigen Werte p als Ordinaten aufgetragen. Dadurch verzerren sich die Hyperbeln. Dafür wird aber der wesentliche Vorteil erreicht, daß sich die Zusammenhänge zwischen den Änderungen des Durchhanges und den zugehörigen Zu- oder Abnahmen des Leitungszuges an Hand der Kurventafel durch einfache, g e r a d e Hilfslinien darstellen lassen, wie weiter unten näher angegeben ist. In Abb. 2 sind des bequemen Ablesens wegen in dem auf der x-Achse angegebenen Maßstabe nicht die tatsächlich aufgetragenen Werte λ, sondern die jeweils zugehörigen Werte von f eingeschrieben worden. Dies ist

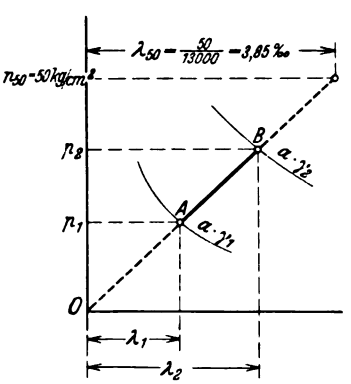


Abb. 3. Längenänderung bei Änderung der Zugspannung.

alle Spannweiten, für alle Zugspannungen, für alle Gewichte. Sie braucht also für alle beliebigen Fälle nur e i n m a l aufgezeichnet zu werden.

Die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Baustoffe, insbesondere die Änderung der Leitungslänge bei Änderung der Temperatur oder der Zugspannung, lassen sich in einfacher Weise in der in Abb. 3 und 4 dargestellten Art berücksichtigen. Eine Kettenlinie von der Länge $a + \lambda_1$ sei mit der Zugspannung p_1 gespannt (Abb. 3), durch eine Zusatzlast werde die Spannung auf p_2 erhöht. Dann nimmt die Länge der Kettenlinie infolge der Dehnung proportional der Spannung zu, wie die Linie OAB zeigt. Die Neigung der Linie OAB ergibt sich aus der Dehnung (Elastizitätsmodul E) des gewählten Baustoffes.

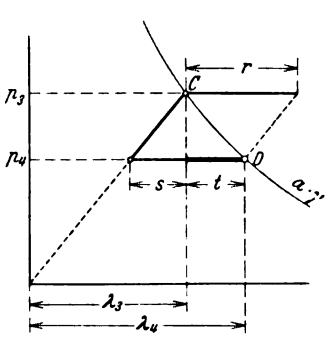


Abb. 4. Längenänderung bei Änderung der Temperatur

Es ist z. B. bei Kupferdraht mit $E = 13\,000$ kg/mm² für $p = 50$ kg/mm²: $\lambda_{50} = 50/13\,000 = 3{,}85$ ‰ (vgl. auch den Dehnungsmaßstab in Abb. 2, oben).

Wird die Länge einer Kettenlinie $a + \lambda_3$, die nach Abb. 4 mit p_3 gespannt sei, durch Temperaturerhöhung um r vergrößert, so vergrößert sich auch der Durchhang. Damit sinke die Zugspannung auf p_4, so daß sich die Länge der Kettenlinie entsprechend Abb. 4 um s verkürzt. Danach ergibt sich die resultierende Längenänderung $t = r - s$ oder $\lambda_4 = \lambda_3 + t$. Hierbei ist z. B. für Kupfer mit einem Wärmedehnungskoeffizienten $\beta = 0{,}000\,016\,86$ bei 10 ° C Temperaturdifferenz $r = 10\,\beta = 0{,}1686$ ‰. In Abb. 2 sind oben einige Maßstäbe für Längenänderungen bei wechselnder Temperatur im Maßstabe des Hauptblattes aufgezeichnet.

Beispiel. Aus diesen Überlegungen ergibt sich folgende Nutzanwendung der Abb. 2. Es sei eine Aluminiumleitung mit der Spannweite $a = 74$ m und dem Ge-

Digitized by Google

wicht $\gamma_1 = 0{,}0083$ kg/mm² einschließlich Zusatzlast gegeben, die mit einer Spannung von 12,0 kg/mm² gespannt werden soll. Dann ist in Abb. 2 die Kurve für $a\,\gamma_1 = 74 \cdot 0{,}0083 = 6{,}15$ aufzusuchen. Aus dieser ist abzulesen, daß der zu 12,0 kg/mm² gehörige Durchhang 6,37 % beträgt, vgl. Punkt P_1. Wenn die Zusatzlast verschwindet, so sinkt γ_1 auf $\gamma_0 = 0{,}0027$. Alsdann ist $a\,\gamma_0 = 74 \cdot 0{,}0027 = 2{,}0$. Zieht man durch P_1 eine Parallele zu dem für Aluminium gültigen Strahl OAl, so schneidet diese Parallele die für $a\,\gamma_0 = 2{,}0$ gültige Kurve im Punkte P_2. Es ist wieder aus Abb. 2 abzulesen, daß infolge des Fortfalles der Zusatzlast der Durchhang auf 5,95 % und die Zugspannung auf 4,20 kg/mm² zurückgegangen sind. War die Leitung bei — 5 ° C gespannt und tritt eine Erwärmung ein, so ist aus der Temperaturskala (Abb. 2, oben links) zu entnehmen, welche Längenzunahmen für Aluminium in ‰ einer Temperatursteigerung von 10, 20 ··· 50 ° C entsprechen. Zieht man in diesen horizontal zu messenden Abständen parallele Gerade zu P_1P_2, so schneiden diese Parallelen die für $a\,\gamma_0 = 2{,}0$ gültige Kurve in den Punkten P_2, P_3 usw. P_7. Aus Abb. 2 sind dann folgende zueinander gehörige Werte abzulesen:

Punkt	P_2	P_3	P_5	P_5	P_6	P_7	
Temperatur . .	— 5°	+ 5°	+ 15°	+ 25°	+ 35°	+ 45°	
Durchhang . .	5,95	6,02	6,09	6,16	6,23	6,30	%
Zugspannung .	4,20	4,15	4,10	4,06	4,02	3,97	kg/mm².

Mit Rücksicht auf die spitzen Schnitte läßt sich die Zugspannung aus $p = \frac{100}{8}\,\frac{a\,\gamma_0}{f} = \frac{25}{f}$ genauer bestimmen als aus der Abbildung. *(Schluß folgt.)*

Unsymmetrisch verseilte Vierleiter-Starkstromkabel mit runden Leitern.

Von Dr.-Ing. **Hans Müller**, Meißen.

Übersicht. Für eine unsymmetrische Verseilung von Drehstromkabeln mit Nulleiter — wobei die Isolierhülle des Nulleiters nicht verstärkt wird — werden Gleichungen und Kurven zur Ermittlung des Durchmessers über dem verseilten Kabel und der Beilaufquerschnittsflächen gezeigt. Am Schluß sind Zahlenbeispiele für einige Kabelquerschnitte angegeben, die u. a. auch die Materialersparnis gegenüber der symmetrischen Verseilung derartiger Kabel erkennen lassen.

Vierleiter-Drehstromkabel, deren vierter Leiter infolge seiner Verwendung als Nulleiter einen schwächeren Querschnitt hat als die drei übrigen Leiter, sind in der Regel symmetrisch verseilt; der Nulleiter wird durch eine entsprechend stärkere Isolierhülle auf den gleichen Aderdurchmesser gebracht wie die anderen Leiter, so daß die Verseilung zum Mehrleiterkabel in derselben Weise erfolgen kann wie bei vier gleichen Adern (vgl. Abb. 1).

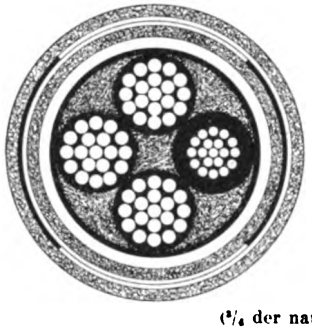
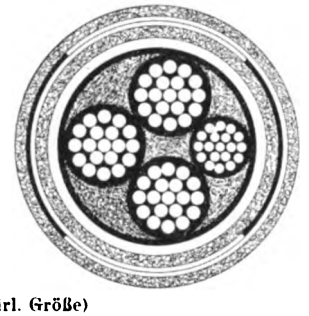


Abb. 1. Symmetrisch verseiltes Kabel NK 3 × 95 + 50 r. 1 kV.



(¹/₄ der natürl. Größe)

Abb. 2. Dasselbe Kabel wie in Abb. 1, jedoch unsymmetrisch verseilt.

Daneben trifft man gelegentlich eine unsymmetrisch verseilte Form solcher Kabel an; denn die vier Adern lassen sich auch zu einem Kreisquerschnitt vereinigen, ohne daß der Aderdurchmesser des Nulleiters dem der anderen Leiter gleich gemacht wird (vgl. Abb. 2). Bei einer Betrachtung dieser beiden Aufbauformen wird man sich nur schwer die Frage beantworten können, weshalb eigentlich die erstgenannte, die symmetrisch verseilte Form, so viel häufiger anzutreffen ist als die andere; schwerwiegende Gründe werden sich für diese Tatsache kaum anführen lassen. In Wirklichkeit wird trotz der symmetrischen Verseilung eine Symmetrie weder für die elektrischen noch für die mechanischen Beanspruchungen erreicht; das unsymmetrisch verseilte Kabel steht also bezüglich seiner Eignung für Verlegung und Betrieb dem symmetrisch verseilten völlig gleich. Der einzige Grund, der für die symmetrische Verseilung ins Feld geführt werden kann, mag in einer Erleichterung der Herstellung insofern gegeben sein, als die Verseilung zum Mehrleiterkabel keinerlei besondere Aufgaben stellt, sie unterscheidet sich nicht von der Verseilung vier gleicher Adern. Die besondere Behandlung, die in dieser Beziehung das unsymmetrisch verseilte Kabel erfordert, dürfte jedoch mehr als genug durch die Verringerung des Kabeldurchmessers und die damit erzielte Materialersparnis gerechtfertigt werden. Es erscheint daher lohnend und zweckmäßig, die Bedingungen für die unsymmetrische Kabelverseilung einmal aus dem Querschnittsbild zu entwickeln.

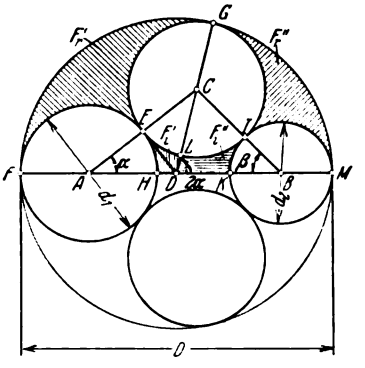


Abb. 3. Geometrische Darstellung des allgemeinen Querschnittsbildes bei unsymmetrischer Verseilung.

Erforderlich ist sowohl die Kenntnis des Durchmessers über dem verseilten Kabel als auch der verschiedenen Beilaufquerschnittsflächen; dadurch wird einerseits der Durchmesser des Kalibers bestimmt, in das die Adern bei der Kabelverseilung einlaufen, anderseits erhält man die Möglichkeit, die Beilaufmengen festzulegen, welche in die einzelnen Zwischenräume einzuführen sind. Die richtige Bemessung des Beilaufs ist hier besonders wichtig, weil durch den Beilauf die Adern in ihrer richtigen Lage gehalten werden, welche sich infolge der unsymmetrischen Verseilung nicht von selbst ergibt.

Abb. 3 erläutert die geometrischen Beziehungen des Querschnittsbildes. Der Durchmesser der drei gleichen Adern ist mit d_1, der der vierten Ader mit d_2 bezeichnet. Gesucht ist zunächst der Durchmesser D des umschriebenen Kreises. Von dem rechtwinkligen Dreieck ADE sind bekannt die Seiten $\overline{AD} = \frac{D - d_1}{2}$ und $\overline{AE} = \frac{d_1}{2}$. Aus dem Dreieck DBC sind bekannt die Seiten $\overline{DB} = \frac{D - d_2}{2}$, $\overline{BC} = \frac{d_1 + d_2}{2}$ und $\overline{CD} = \frac{D - d_1}{2}$. Der halbe Umfang dieses Dreiecks ist daher $s = D/2$. Ist der Winkel $EAD = \alpha$, so ist der Winkel $CDB = 2\,\alpha$. Für $\cos\alpha$ lassen sich zwei Beziehungen aufstellen; für den Winkel EAD ist

$$\cos\alpha = \frac{d_1}{D - d_1},$$

für den halben Winkel CDB ist

$$\cos\alpha = \sqrt{\frac{s\,(s - \overline{BC})}{\overline{CD} \cdot \overline{DB}}}.$$

Die Vereinigung dieser beiden Gleichungen liefert die gesuchte Beziehung zwischen D, d_1 und d_2, u. zw. ist:

$$D^4 - D^3\,(3\,d_1 + d_2) + 2\,D^2\,(d_1^2 + d_1\,d_2) - d_1^3\,d_2 = 0 \qquad (1)$$

oder nach Einführung von $D/d_1 = a$ und $d_2/d_1 = b$:

$$b = \frac{a^4 - 3\,a^3 + 2\,a^2}{a^3 - 2\,a^2 + 1}. \qquad (1a)$$

In Abb. 4 ist diese Gleichung dargestellt; die erhaltene Kurve liefert zu jedem vorhandenen Wert von b, das durch die Durchmesser der zu verseilenden Adern bestimmt wird, den zugehörigen Wert von a und somit den gesuchten Durchmesser über dem verseilten Kabel. Die

Digitized by Google

obere Grenze für a liegt bei dem Wert 2,414, dem Verseilfaktor D/d für das symmetrische Vierleiterkabel; in diesem Falle ist $b = 1$. Die untere Grenze für a bildet der Verseilfaktor 2,155 für das Dreileiterkabel, hier läßt sich der Nulleiter gerade noch in einem der drei Randbeilaufräume unterbringen, dabei ist $b = 0{,}484$ (vgl. Abb. 6).

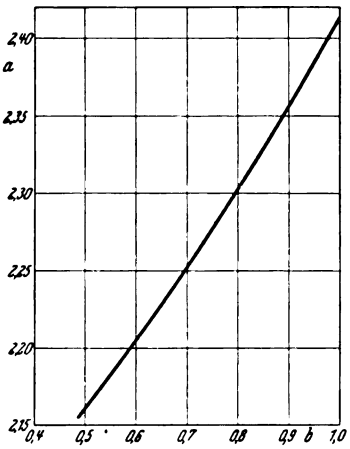


Abb. 4. Die den Verseilungsdurchmesser bestimmende Größe $a = D/d_1$ in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Aderdurchmesser $b = d_2/d_1$.

Auch die Beilaufquerschnittsflächen lassen sich errechnen. Es handelt sich um zwei Randflächen F_r' zwischen den drei gleichen Adern, zwei Randflächen F_r'' zwischen der vierten Ader und den beiden benachbarten Adern und eine innere Fläche F_i. In Abb. 3 ist F_i durch die Symmetrieachse des Querschnittsbildes in zwei Hälften geteilt und eine Hälfte in die Teile F_i' und F_i'' zerlegt, so daß

$$F_i = 2 \cdot (F_i' + F_i'') \tag{2}$$

ist. F_r' findet man, indem man von dem Sektor FDG das Dreieck ADC und zweimal den Sektor FAE subtrahiert. Wenn man dabei in der gleichen Weise wie bei der Berechnung von D die Größen a und b einführt, erhält man für F_r' die Gleichung:

$$F_r' = d_1^2 \left\{ \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\alpha}{180} (1 - a^2) + \frac{\pi}{8} (a^2 - 2) - \frac{1}{4} \sqrt{a(a-2)} \right\} \tag{3}$$

oder

$$\frac{F_r'}{d_1^2} = 0{,}004\,36 \cdot \alpha (1 - a^2) + 0{,}3927\,(a^2 - 2) - 0{,}25 \sqrt{a\,(a-2)} \tag{3a}$$

F_i' ergibt sich, wenn man von dem Dreieck ADC zweimal den Sektor EAH subtrahiert. Es ist also:

$$F_i' = d_1^2 \left\{ \frac{1}{4} \sqrt{a(a-2)} - \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\alpha}{180} \right\} \tag{4}$$

oder

$$\frac{F_i'}{d_1^2} = 0{,}25 \sqrt{a(a-2)} - 0{,}004\,36 \cdot \alpha. \tag{4a}$$

F_i'' errechnet man in ähnlicher Weise, indem man von dem Dreieck CDB die Sektoren ICL und IBK subtrahiert. Bezeichnet man hierbei den Winkel DBC mit β, so ist der Winkel $DCB = 180° - \beta - 2\alpha$. Die Gleichung für F_i'' lautet dann:

$$F_i'' = d_1^2 \left\{ \frac{1}{4} \sqrt{a\,b\,(a-b-1)} - \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\beta}{360} (b^2 - 1) + \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\alpha}{180} - \frac{\pi}{8} \right\} \tag{5}$$

oder

$$\frac{F_i''}{d_1^2} = 0{,}25 \sqrt{a\,b\,(a-b-1)} - 0{,}002\,18\,\beta\,(b^2 - 1) + 0{,}004\,36 \cdot \alpha - 0{,}3927. \tag{5a}$$

F_r'' ließe sich in gleicher Weise wie F_r' aus dem Sektor GDM berechnen. Da aber alle anderen Flächen inzwischen bekannt sind, wird die spätere Zahlenrechnung einfacher, wenn man F_r'' durch Subtraktion sämtlicher anderen Flächen von der gesamten Querschnittsfläche bestimmt. Es ist dann:

$$F_r'' = d_1^2 \frac{\pi}{8} (a^2 - b^2 - 3) - F_r' - F_i' - F_i'' \tag{6}$$

oder

$$\frac{F_r''}{d_1^2} = 0{,}3927\,(a^2 - b^2 - 3) - \frac{F_r'}{d_1^2} - \frac{F_i'}{d_1^2} - \frac{F_i''}{d_1^2}. \tag{6a}$$

Für die Zahlenrechnung ist noch die Kenntnis der Winkel α und β erforderlich. Zwei Beziehungen für $\cos\alpha$ wurden bei der Berechnung von D bereits aufgestellt; die erste von ihnen geht nach Einführung der Größe a in die Form über:

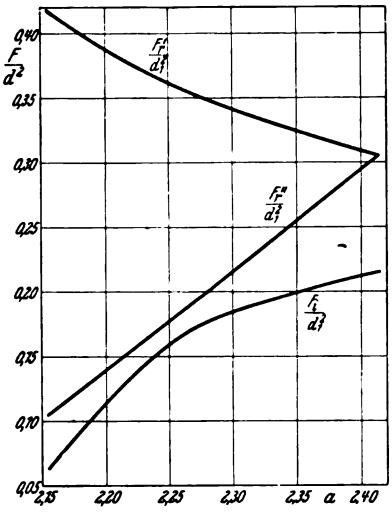


Abb. 5. Die Faktoren F/d^2 zur Errechnung der einzelnen Beilaufflächen in Abhängigkeit von der aus Abb. 4 bekannten Größe $a = D/d_1$.

$$\cos\alpha = \frac{1}{a-1}. \tag{7}$$

β wird in ähnlicher Weise aus dem Dreieck DBC durch die Gleichung bestimmt:

$$\cos\frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{a}{(1+b)(a-b)}}. \tag{8}$$

Sämtliche für die Beilaufquerschnittsflächen erhaltenen Gleichungen sind im Gebrauch reichlich unbequem, weshalb ich sie graphisch dargestellt habe. Abb. 5 enthält diese Darstellung, welche ein einfaches Abgreifen aller erforderlichen Werte ermöglicht. Eine Betrachtung der Grenzen ergibt hier folgendes: Für die obere Grenze, das symmetrische Vierleiterkabel, ist $F_r' = F_r''$, und alle Beilaufflächen haben die für das normale Vierleiterkabel an anderer Stelle errechneten Größen[1]; es ist also:

$$\frac{F_i}{d_1^2} = 0{,}215 \text{ und } \frac{F_r'}{d_1^2} = \frac{F_r''}{d_1^2} = 0{,}305.$$

Die untere Grenze, wie sie bei der Betrachtung von D gekennzeichnet wurde, ist in Abb. 6 besonders dargestellt. Man sieht, daß nur F_r' dem normalen Randbeilaufraum des Dreileiterkabels gleich ist, ein anderer Beilaufraum wird durch den Nulleiter in drei Teile zerlegt, deren zwei die Randräume F_r'' bilden, während der dritte — wenigstens für die hier durchgeführte Rechnung — als Zuschlag zum inneren Raum F_i zu betrachten ist. Danach gilt für die untere Grenze: $\frac{F_r'}{d_1^2} = 0{,}417$; die Rechnung ergibt außerdem: $\frac{F_i}{d_1^2} = 0{,}0628$ und $\frac{F_r''}{d_1^2} = 0{,}1052$. Will man die getrennten Räume von F_i einzeln haben, so subtrahiert man von $\frac{F_i}{d_1^2}$ den entsprechenden Wert $\frac{F}{d^2} = 0{,}040$ für den inneren Beilaufraum des normalen Dreileiterkabels und erhält den Wert 0,0228. Dieser Rest, der zweifache Wert von $\frac{F_r''}{d_1^2}$ und der Wert für den Aderquerschnitt des Nulleiters müssen addiert den Wert $\frac{F_r'}{d_1^2}$ bzw. den Faktor für eine Randbeilauffläche eines normalen Dreileiterkabels, ergeben, was eine entsprechende Rechnung bestätigen würde.

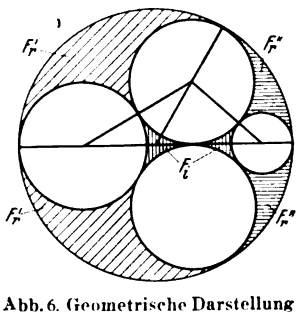


Abb. 6. Geometrische Darstellung des Querschnittsbildes für den unteren Grenzfall bei unsymmetrischer Verseilung.

In Zahlentafel 1 sind für einige kleine und mittlere Kabelquerschnitte die mit den hier entwickelten Gleichungen erhaltenen Zahlenwerte angegeben; um die Größe der mit der unsymmetrischen Verseilung erzielten Durchmesserverringerung zu zeigen, wurden zum Vergleich auch die für die symmetrische Verseilung gültigen Durchmesser (über dem verseilten Kabel vor der Aufbringung der Gürtelisolation gemessen) angegeben. Mit Ausnahme der Querschnittsflächen der Kupferleiter, welche bei der symmetrischen und bei der unsymmetrischen Verseilung dieselbe Größe haben, werden im Querschnittsbild durch die

[1] Müller, Die Herstellung papierisolierter Starkstromkabel, S. 61. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Durchmesser und Beilauf-Querschnittsflächen einiger unsymmetrisch verseilter Vierleiterkabel. (Die in Spalte 2 in Klammern angegebenen Zahlen stellen die entsprechenden Werte für symmetrisch verseilte Kabel dar.)

Kabeltypen (V. S. K. 1928)	D mm	F_i mm²	F'_r mm²	F''_r mm²
1	2	3	4	5
NK 3 × 16 + 10 r. 1 kV	15,1 (16,0)	7,9	15,2	9,0
NK 3 × 50 + 25 r. 1 kV	24,7 (26,2)	20,6	41,3	23,5
NK 3 × 95 + 50 r. 1 kV	32,8 (34,8)	36,5	72,5	41,5
NK 3 × 120 + 70 r. 1 kV	37,1 (39,2)	47,5	90,0	55,2
NK 3 × 185 + 95 r. 1 kV	44,9 (47,9)	66,2	139,7	75,2

Zahlentafel 2. Einige Zahlenbeispiele für die mit der unsymmetrischen Verseilung erzielte Bleiersparnis.

Kabeltypen (V. S. K. 1928)	Bleimantelquerschnitt bei symmetrischer Verseilung mm²	Bleimantelquerschnitt bei unsymmetrischer Verseilung mm²	Ersparnis in % von Spalte 2
1	2	3	4
NK 3 × 16 + 10 r. 1 kV	83,1	79,2	4,7
NK 3 × 50 + 25 r. 1 kV	158,0	150,1	5,0
NK 3 × 95 + 50 r. 1 kV	242,5	217,9	10,1
NK 3 × 120 + 70 r. 1 kV	299,3	271,8	9,2
NK 3 × 185 + 95 r. 1 kV	413,1	373,2	9,7

unsymmetrische Verseilung die Flächenanteile sämtlicher anderen Stoffe verringert. Die Verringerung der durch D bestimmten Kreisfläche kommt z. B. in der Isolierhülle des Nulleiters und im Beilauf zum Ausdruck, betrifft also Papier und Tränkmasse; außerhalb dieses Durchmessers erstreckt sich die Ersparnis auf sämtliche Stoffe entsprechend der Verringerung ihrer Durchmesser im Querschnittsbild. In wirtschaftlicher Beziehung kommt unter diesen Stoffen dem Blei die größte Bedeutung zu, weshalb in Zahlentafel 2 für einige Kabeltypen die Querschnitte der Bleimäntel bei der symmetrischen und bei der unsymmetrischen Verseilung miteinander verglichen werden.

In letzter Zeit sind berechtigte Bestrebungen laut geworden, die Gürtelisolation der normalen Kabel zu verringern oder ganz fortzulassen; dabei ist noch umstritten, ob auch bei den 1 kV-Kabeln eine geringe Verstärkung der Aderisolation eintreten müßte. Wenn diese Pläne verwirklicht werden, dürfte die unsymmetrische Verseilung der hier besprochenen Vierleiterkabel erhöhte Bedeutung erlangen. Die Bleiersparnis gegenüber der symmetrischen Verseilung wäre schon allein durch den Fortfall der Gürtelisolation prozentual — und bei etwaiger Verstärkung der Aderisolation auch absolut — größer als beim heutigen Gürtelkabel. Es ergeben sich aber noch andere Aussichten. Die Isolierhülle des Nulleiters erfüllt im Gürtelkabel den gleichen Zweck wie die Gürtelisolation: der Nulleiter soll gegen die spannungführenden Leiter in der gleichen Weise isoliert sein wie der Bleimantel. Fällt also die Gürtelisolation fort, so könnte folgerichtig — wenigstens theoretisch — auch die Isolierhülle des Nulleiters fortfallen. Selbst wenn man in der Verwirklichung nicht so weit gehen will, könnte auf alle Fälle die Isolierhülle des Nulleiters verringert werden. Hierdurch würde die wirtschaftliche Überlegenheit der unsymmetrischen über die symmetrische Verseilung weiter stark zunehmen.

Elektrische Orgel.

Eine elektrische Orgel, die keine Orgelpfeifen und kein Luftgebläse besitzt, sondern die Töne auf elektrischem Wege durch elektrische Schwingungen mittels niederfrequenter Röhrensender erzeugt, ist in Villemoble bei Paris aufgestellt worden[1]. Für jeden Ton ist ein elektrischer Schwingungskreis vorhanden (Abb. 1). Wenn Kapazität und Selbstinduktion verändert werden, dann lassen sich alle akustisch wahrnehmbaren Frequenzen (Töne) von der untersten Grenze der hörbaren Töne (etwa 15 Hz) bis zur obersten Grenze (bei 32 000 Hz) erreichen. Die zweireihige Tastatur der elektrischen Orgel wird in der gewohnten Weise gespielt. Zu jeder Taste gehört ein genau auf den zugehörigen Ton abgestimmter Schwingungskreis, dessen Schwingungen über einen Verstärker dem durch Wahl der Register bestimmten Filter F und dann dem Lautsprecher H zugeführt werden (Abb. 2).

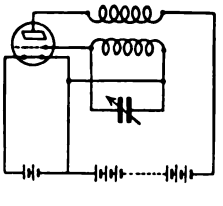


Abb. 1. Schaltbild eines niederfrequenten Röhrensenders zur Erzeugung eines Tones.

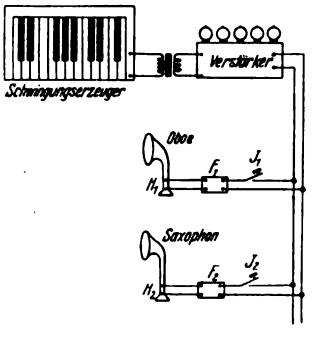


Abb. 2. Schaltbild der elektrischen Orgel.

Durch die Filter F können die verschiedenen Klangfarben eingestellt und die durch nichtlineare Verzerrungen des Verstärkers entstehenden besonders störenden Differenztöne unterdrückt werden. Die Schalter J werden durch Registerzüge bedient, wie überhaupt der ganze Aufbau des Spieltisches dem einer normalen Orgel mit 2 Manualen und 1 Pedaltastatur gleicht. Die Lautstärke kann durch 2 Pedale einerseits sehr schnell, anderseits aber auch sehr feinstufig verändert werden. Heterodyn-Schaltung hat man hier im Gegensatz zu ähnlichen elektrischen Musikinstrumenten nicht angewendet, da bei diesen bereits durch ganz geringe Veränderungen der Schwingungskreise oder durch Spannungschwankungen u. dgl. das Instrument erheblich verstimmt würde. Durch die Bewegung der Tasten werden die zugehörigen Schwingungskreise nicht unmittelbar eingeschaltet, sondern die Einschaltung erfolgt über Relais, die so schnell ansprechen, daß das Orgelspiel dadurch keinerlei Einschränkungen erfährt. Desgleichen sprechen die Forte- und Pianopedale über Relais sofort an. Die Lampen, Spulen, Kondensatoren, Relais, Filter und Lautsprecher sind rechts und links neben dem Spielpult angeordnet. Für die schnelle Schließung der Kontakte, die z. B. beim Ziehen der Register erforderlich ist, wird bei dieser Orgel noch Druckluftsteuerung zu Hilfe genommen, doch will man in Zukunft auch die Bedienung dieser Kontakte elektrisch durchführen. In der Kirche von Villemoble sind an den Chorwänden 7 Lautsprecher angebracht. Natürlich wäre auch einer ausreichend genug. Man tat aber dies deshalb, um die Musik an allen Stellen der Kirche gleich gut hörbar zu machen. Die Stromversorgung der Orgel geschieht aus dem elektrischen Ortsnetz. Trotz der großen Zahl technischer Einrichtungen, die für die Orgel notwendig sind, ist der Raumbedarf der elektrischen Orgel gegenüber der pneumatischen Orgel sehr gering.

Sgm. — Jan.

[1] A. Givelet, Génie civ. Bd. 100, S. 244, u. Techn. Bl. 1932, S. 250.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Kupfer und Aluminium beim Fernleitungsbau in Deutschland und anderen Ländern. — Die Hauszeitschrift für Aluminium bringt im April-Juni-Heft 1932 einen Aufsatz der Ver. Al. We. A.G. Lautawerk über: „Die Kraftübertragungsleitungen Deutschlands im Vergleich zu denen anderer Länder" nachstehend gekürzten Inhalts:

Die Verwendung des Aluminiums für Hochspannungs-Freileitungen ist in Deutschland noch jüngeren Datums. Seit 1915 ··· 1918 tritt hier auch das Stahlaluminiumseil, bestehend aus einem Stahlseil mit darüberliegenden Al-Drähten auf. Seit 1920 kommt auch Bronze in geringerem Umfang zur Verwendung. Mit der ersten 200 kV-Leitung tritt 1926/27 das Kupferhohlseil in Erscheinung, während in Amerika für diese Betriebspannung das Stahlaluminiumseil bevorzugt wird. Bei ihm sollen bei gleichem Außendurchmesser wesentlich geringere Koronaverluste auftreten (es sei hier darauf hingewiesen, daß es in Amerika bei der fast allgemeinen Nullpunkterdung Leitungen für 200 kV-Isolation kaum gibt). Seit 1928 kam dann eine hochleitfähige Al-Legierung, das Aldrey, hinzu.

Die deutschen Vollseile bestehen sämtlich aus Drähten von 1,8 ··· 3 mm Dmr., in Amerika von 1,8 ··· 5 mm Dmr. Um die Drehungsarbeit unter Zugspannung möglichst niedrig zu halten, erhalten die einzelnen Seillagen zweckmäßig Drähte verschiedener Stärke, die nach bestimmtem Verhältnis abgestuft sind. Ein Al-Seil hat annähernd die gleiche Bruchlast bei halbem Gewicht eines Kupferseiles. Bei den deutschen Stahl-Al-Seilen mit zwei gegenseitig verdrillten Al-Lagen besteht die Gewähr, daß keine zusätzlichen Verluste durch Wirbelströme und Hysteresis im Stahlkern auftreten. Al-Mantel und Stahlseil verhalten sich im Querschnitt wie 6 : 1 bei 7 Stahl- und 26 Al-Drähten. Die amerikanischen und britischen Stahl-Al-Seile enthalten z. T. nur einen Stahldraht und 6 Al-Drähte.

Bei den auf untenstehender Karte (Abb. 1) dargestellten deutschen Hochspannungsleitungen von 30 kV ab aufwärts entfallen ⅔ der insgesamt 46 070 t Leitungsmaterial auf Kupfer. Die meist gebrauchten Querschnitte sind 50 ··· 70 mm² Cu entsprechend 120 mm² Al.

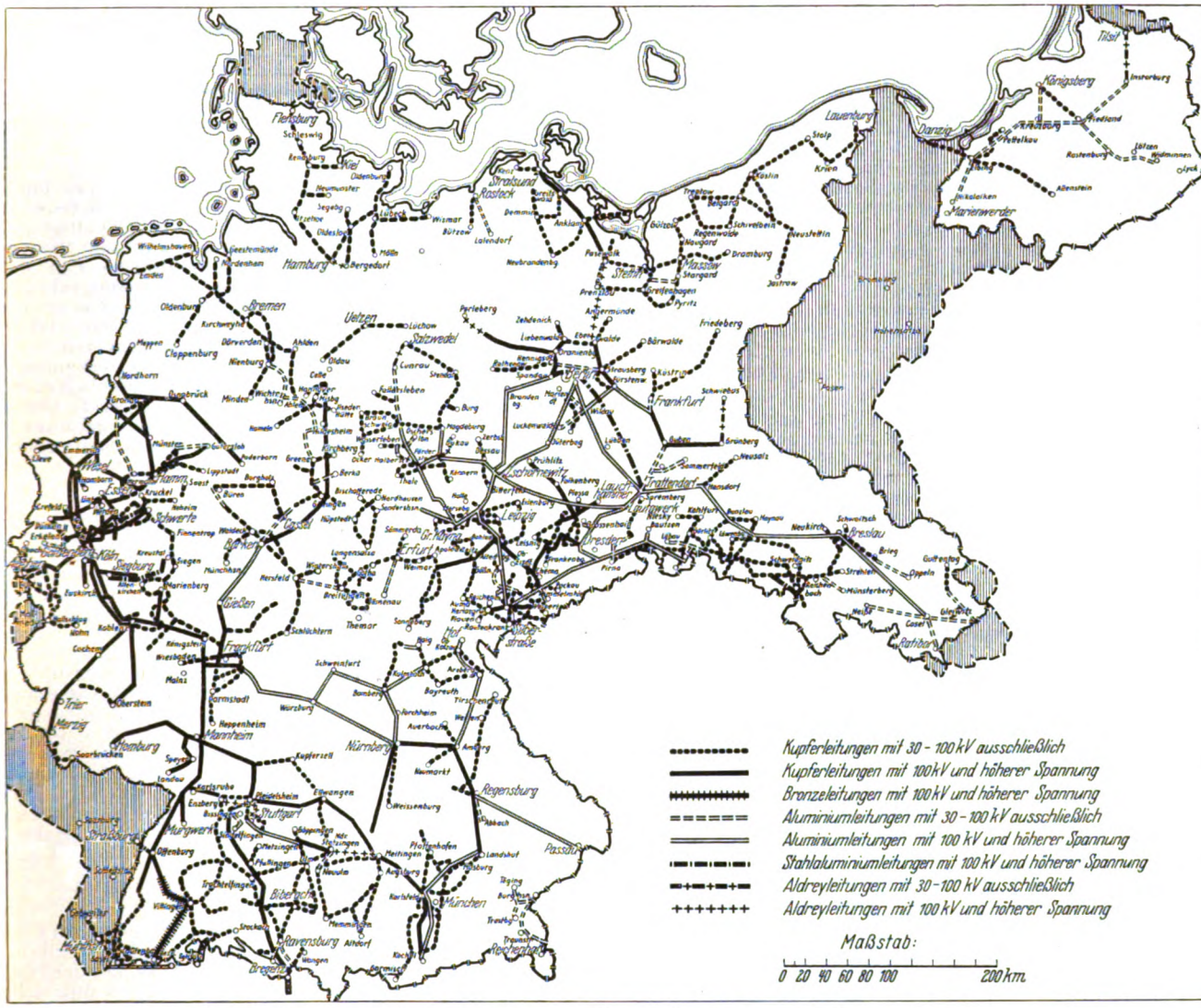


Abb. 1. Die deutschen Hochspannungsleitungen, bezeichnet nach Leitungsmaterial.

Die Streckenlänge beträgt 27 034 km, davon 61,8 % Cu, 0,5 % Bronze, 33,2 % Al, 2,9 % Stahlal. und 1,6 % Aldrey. Die hier einbegriffenen 100 ··· 125 kV-Leitungen machen 11 020 km mit 52,7 % Al, bei 55 ··· 80 kV sind es 32,5 % Al, bei 30 ··· 50 kV 15 % Al. Zusammen entfallen 61,8 % auf Kupfer, bei 220 kV ist dieses mit 4,14 % alleinherrschend.

Während die deutsche Netzkarte durch größere Leitungsdichten die Hauptindustriegebiete hervortreten läßt, besteht das auszubauende englische Hochspannungsnetz vorwiegend aus 132 kV-Ausgleichleitungen zwischen einzelnen Kraftwerken, die die Erzeugung und direkte Verteilung übernehmen; die kilometrische Ausdehnung beträgt nur 35 % der deutschen von 1930. Es

Digitized by Google

umfaßt insgesamt 9114 km Streckenlänge mit 19 724 t Leitungen; von dieser Länge entfallen auf 33 kV 32,9 %, auf 66 kV 10,7 % und auf 132 kV 56,4 % und 87,5 % (des Gewichts) Stahlaluminium, 12,5 % Kupfer, wobei das Stahlgewicht mit eingerechnet ist. Ohne dieses sind es 81,3 % Al und 18,7 % Cu. Das 132 kV-Netz (grid) besteht ausschließlich aus Stahlaluminium, daher das Verhältnis der Strecken-km einzubauendes Stahlal zu Cu 5,5 : 1.

Im französischen Hochspannungsnetz, dessen Gestaltung mehr dem deutschen als dem britischen ähnelt, sind insgesamt 32 624 Strecken-km mit 45 973 t Leitungsmaterial verlegt, die sich wie folgt verteilen: bei 30 ··· 50 kV beträgt der Anteil des Kupfers 91 % und 9 % Al, bei 55 ··· 80 kV 62 % Cu, 36,9 % Al und 0,9 % Almelec, bei 85 ··· 125 kV sind es noch 35,9 % Cu und 64,1 % Al und Stahlal, bei 130 ··· 220 kV ist Kupfer überhaupt nicht mehr verlegt, es sind 27 % Al, 68,6 % Stahlal und 4,4 % Almelec. Die Normung der Querschnitte ist eine andere als in Deutschland. Es herrschen vor bei 30 ··· 50 kV 38 ··· 50 mm² Cu und 88 mm² Al und 55 ··· 70 mm² Stahlal, bei 50 ··· 80 kV 50 ··· 70 mm² Cu und 88 ··· 127 mm² Al und 70 ··· 150 mm² Stahlal, bei 85 ··· 125 kV 100 ··· 143 mm² Cu und 170 ··· 238 mm² Al und 148 ··· 238 mm² Stahlal, bei 130 ··· 220 kV 238 bis 355 mm² Al und 180 ··· 400 mm² Stahlal und 196 mm² Almelec. Frankreich (im Besitze von Bauxit und Wasserkräften) bevorzugt in neuerer Zeit die Al-Metalle.

Das schweizerische Hochspannungsnetz besteht aus 11 795 t Leitungen, wovon 63,3 % auf Kupfer und Bronze und 36,7 % auf Aluminium und Stahlaluminium entfallen, verlegt in 7309 Strecken-km, wovon 63,7 % Cu, 26,1 % Al und Stahlal und 9,8 % Aldrey, zusammen 35,9 % aus Leichtmetallen bestehen, die bei Leitungen über 100 kV überwiegen.

Von Hochspannungsleitungen von 220 ($130 \cdot \sqrt{3}$) kV in V. S. Amerika sind verlegt: 5375 Strecken-km mit 23 124 t Stahlaluminium und 771 Strecken-km mit 5360 t Kupfer; in Italien 220 Strecken-km mit 800 t Stahlal und 72 km mit 230 t Aldrey; in Frankreich 1050 Strecken-km mit 4380 t Stahlaluminium; in Deutschland 1318 Strecken-km mit 14 000 t Kupferhohlseil. Im Ausland liegen insgesamt 7147 Strecken-km 220 kV-Leitungen, wovon 88 % Stahlal = 6304 km, 72 km Aldrey und 771 Strecken-km Kupferhohlseil enthalten.

Die der Propaganda für Aluminium bestimmte Zeitschrift findet die deutsche Praxis mit ausschließlicher Kupferverwendung für 220 kV als im Gegensatz zur ausländischen Praxis in „kaum verständlicher Einstellung". Es ist hier nicht der Platz, auf die deutschen technischen Gründe einzugehen, z. T. sprachen wohl auch dieselben Gründe mit, die kaufmännisch heute für Kupferverwendung sprechen. Nach heutigen Preisen stellen sich

$$\frac{\text{Kupfer-Ltg.}}{\text{Al-Ltg.}} = \frac{70\ \text{mm}^2}{120\ \text{mm}^2} = \frac{603\ \text{kg/km}}{324\ \text{kg/km}} \times \frac{82}{185} = \frac{495\ \text{RM}}{630\ \text{RM}}$$

je km gleicher Leitfähigkeit. Einschl. der bei Al teueren Gestänge stellt sich die Al-Leitung 20 ··· 25 % teurer als Kupferleitung. (Haus-Z. der V.A.W. u. d. Erftwerk AG. f. Aluminium 1932, S. 117.) *Gch.*

Elektromaschinenbau.

Kurzschlußversuche an Motorgeneratoren. — Für die 108 km lange Teilstrecke von Duvivier nach Oued Keberid der Algerischen Staatsbahnen wurden 1931 7 Umformermotor für 5500 V, 2750 kVA, 50 Per/s bei 500 U/min und zwei mit ihm direkt gekuppelten Gleichstrom-Generatoren für je 1500 V, 1250 kW dauernd, 1875 kW 2 h lang, in Hintereinanderschaltung, d. h. für 3000 V Betriebspannung, außerdem zwei auf die beiden Wellenenden gesetzten Erregermaschinen. Die eine von ihnen liefert den Erregerstrom für den Synchronmotor, die andere für die beiden Gleichstrommaschinen. Die Schaltung ist dabei so getroffen, daß bei Laststößen die Erregung des Synchronmotors verstärkt und diejenige der Gleichstromdynamo geschwächt wird. Im Mai 1931 wurden in den Werkstätten der Lieferfirma zwei von den genannten Umformersätzen Abnahmeproben unterzogen, deren bemerkenswertester Teil in Kurzschlußversuchen, bis zu 18mal je Umformergruppe wiederholt, bestand. Die beiden in Reihe geschalteten

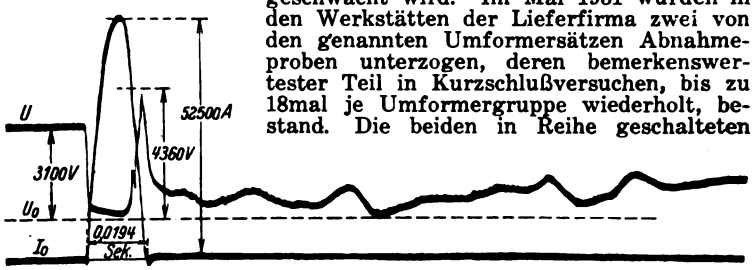


Abb 3. Verlauf des Stromes und der Spannung zweier parallel arbeitender Motorgeneratorsätze bei der etwas erhöhten Klemmenspannung von 3100 V.

Gleichstromdynamos eines Satzes wurden im Leerlauf zuerst bis 2000 V, darauf bis auf die volle Betriebsspannung von 3000 V erregt und über einen Schnellschalter kurzgeschlossen. Den zeitlichen Verlauf von Strom und Spannung einer aus zwei parallel arbeitenden Umformersätzen bestehenden Gruppe zeigen die Oszillogramme Abb. 2 und 3. Demnach erreicht bei 2000 V = ⅔ Klemmenspannung der Ankerstrom den 13½fachen und bei 3100 V den 21fachen Wert des Zweistundenstroms. Aus den dem Aufsatz beigegebenen Abbildungen ist dabei zu erkennen, daß bei der letztgenannten Stromspitze Überschlagfeuer am Kommutator auftrat. Die neuen „Ultra-Rapid"-Schalter haben die ungewöhnlichen Beanspruchungen ohne Schaden überstanden. (A. M. Hug, Traction él. Bd. 3, S. 63.) *C. T.*

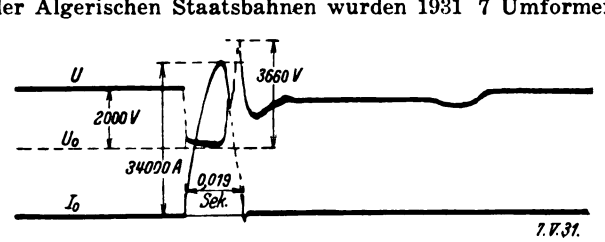


Abb. 2. Verlauf des Stromes und der Spannung zweier parallel arbeitender Motorgeneratorsätze bei der erniedrigten Klemmenspannung von 2000 V.

sätze durch BBC-Mannheim geliefert, die auf 3 für selbst tätigen Betrieb eingerichtete Unterwerke verteilt wurden. Jeder Umformersatz besteht aus einem Synchron

Beitrag zur Theorie der doppelt gespeisten Induktionsmaschine. — Seit Jahren trachtet man eine Maschinenschaltung anzugeben, die bei der Frequenz von 50 Per/s mit 6000 U/min des Rotors laufen soll. Es wurden verschiedene Schaltungen erfunden, eine der ersten ist der Doppelfeldmotor von Kloß. Bekanntlich ist dies eine doppelt gespeiste Induktionsmaschine, wie sie auch später genannt wurde. Im Schrifttum wurde diese Maschine schon längst besprochen und theoretisch behandelt, aber immer unter Vernachlässigung der Widerstände oder unter Annahme der Bausymmetrie. In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, daß die Vektoren des Stator- wie auch des Rotorstromes auch dann Kreise beschreiben, wenn die Widerstände und die Reaktanzen des Rotors und des Stators ungleich sind, also Bau-Unsymmetrie angenommen wird. Die Gleichungen für diese Stromvektoren, für das Drehmoment und das Kippmoment werden mit Hilfe der symbolischen Methode abgeleitet. (J. Herschdörfer, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 9, S. 620.)

Über die Magnetisierung des Dreiphasen-Kerntransformators. — Der allgemein übliche Aufbau des Eisenkörpers des dreiphasigen Kerntransformators, bei dem die drei Eisenkerne in einer Ebene liegen, bringt es mit sich, daß die drei Schenkel in magnetischer Hinsicht unter sich nicht gleichwertig sind. Diese Unsymmetrie in Verbindung mit der gekrümmten Form der Magnetisierungskurve bewirkt, daß beim Anlegen einer sinusförmigen Spannung die Magnetisierungsströme der drei Schenkel dem Effektivwert und auch der Kurvenform nach voneinander verschieden sind und außerdem einen von der Sinusform mehr oder weniger abweichenden Verlauf zeigen.

Um eine analytische Untersuchung der Magnetisierungsverhältnisse zu ermöglichen, kann für eine gegebene Magnetisierungskurve der zeitliche Verlauf des reziproken Wertes der Permeabilität II dargestellt werden durch die Gleichung

$$\frac{1}{\text{II}} = c_0 + c_1 \cos 2x + c_2 \cos 4x + c_3 \cos 6x + \ldots,$$

wenn die Induktion nach der Gleichung $b = B \sin x$ verläuft, wobei x ein zeitabhängiger Winkel ist. Die Werte der Faktoren c hängen bei gegebener Magnetisierungs-

Digitized by Google

kurve nur davon ab, welche Größe der Höchstwert B der Induktion annimmt.

Mittels dieser analytischen Darstellung der Permeabilität gelingt es, die Einzelwellen der Magnetisierungsströme dem Betrag und der Phase nach zu ermitteln und durch Superposition den Verlauf der Gesamtströme darzustellen. Dabei zeigt sich, daß die magnetische Jochspannung eine besondere Rolle spielt. Sie bildet gewissermaßen ein elastisches Glied, das die zwanglose Magnetisierung unter gewissen Bedingungen ermöglicht. Die Einzelwellen der magnetischen Jochspannung und damit deren Verlauf lassen sich ebenfalls ermitteln. Die Untersuchungen zeigen deutlich, in welcher Weise die vorhandene Unsymmetrie und die Eisensättigung das Auftreten der Oberwellen beeinflussen. Ferner läßt sich zeigen, welche Wirkungen die magnetische Jochspannung hat. (F. Heiles, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 10, S. 693.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein Oberwellen-Voltmeter. — Um die Abweichung des zeitlichen Verlaufes einer Spannungs- oder Stromkurve von der Sinusform zu kennzeichnen, wird der Klirrfaktor $\varkappa$ eingeführt; $\varkappa$ ist gleich dem Verhältnis des Effektivwertes der gesamten Oberwellen U_{ob} zum Effektivwert der Grundwelle U_1. Die Elimination der Grundwelle und somit die Abtrennung der Oberwellen gelingt mit Hilfe einer Kondensatorkette, die so bemessen sein muß, daß nur die Oberschwingungen (3., 5., 7., ... Harmonische) im Durchlässigkeitsbereich liegen. Ist das Übertragungsverhältnis $\ddot{u}$ ($\ddot{u}_1, \ddot{u}_3, \ldots \ddot{u}_k \ldots$) dieser Kette der Quotient aus End- und Anfangspannung, so ist $\ddot{u}$ bei einer gewöhnlichen Kette keine Konstante, sondern hängt von der Frequenz der angelegten Spannung ab. $\ddot{u}$ wird jedoch praktisch konstant, wenn der Spannungsmesser nicht unmittelbar an das Ende der Kette gelegt wird, sondern wenn ein sog. Hoyt-Glied als Zwischenglied eingeschaltet wird (vgl. Abb. 4). Wie eine Rechnung zeigt, erhält man U_{ob}, indem man die Spannung am Ende der Kette durch $\ddot{u}$ dividiert. Zur Berechnung von $\varkappa$ ist noch U_1 erforderlich: $U_1^2 + U_{ob}^2 = U^2$.

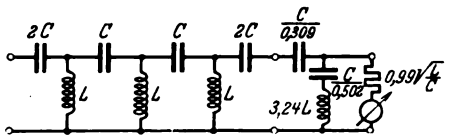


Abb. 4. Bemessung des Hoyt-Gliedes und der Belastung.

Fehler entstehen durch unvollkommene Dämpfung der Grundwelle ($\ddot{u}_1 > 0$) und durch ungleichmäßige Übertragung der Oberwellen ($\ddot{u}_k \gtrless \ddot{u}_{mittl}$). Es wird gezeigt, daß $\ddot{u}_1$ vernachlässigbar klein gemacht werden kann. Der Quotient $\ddot{u}_k : \ddot{u}_{mitt.} = \delta_k$, der bei idealer Übertragung gleich 1 wäre, wird als Funktion der Frequenz nach Versuchsergebnissen dargestellt.

Bezeichnet man weiter mit $\ddot{u}$ das Übersetzungsverhältnis der Ströme am Ende und am Anfang der Kette und ersetzt entsprechend in den Gleichungen U durch I, so kommt man zum Oberwellen-Amperemeter. Hier empfiehlt es sich, einen Resonanzkreis mit etwa der 2. Harmonischen als Eigenfrequenz parallel zum Eingang zu schalten. Man kommt dadurch der idealen Übertragung sehr nahe. (Oetker, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 205.) *Kd.*

Meßgeräte für Störungsaufklärung in Hochspannungsnetzen. Die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V., Berlin, hat einen dreiphasigen Meßsatz entwickelt, der bei dauernder Betriebsbereitschaft den zeitlichen Verlauf, den Zeitpunkt und die Reihenfolge unvorhergesehener Spannungsenkungen in Übertragungsnetzen dem natürlichen Vorgang getreu aufzuzeichnen vermag. Der Meßsatz zeichnet gewöhnlich die drei verketteten Spannungen auf, er kann jedoch auch für die Aufzeichnung der Phasenspannungen, der Nullpunktspannung oder der Phasenströme verwendet werden. Die Aufzeichnungen erfolgen auf mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 25 ··· 30 mm/s synchron umlaufenden Trommeln von 160 mm Breite, die mit berußtem Pauspapier bespannt sind. Besonders entwickelte Dreheisen-Meßgeräte sehr hoher Eigenschwingungszahl (0,1 s Dauer je Halbperiode der Eigenschwingung) und sehr hoher Richtkraft zeichnen den Störungsverlauf auf. Die Dämpfung der Geräte wird durch eine einstellbare Wirbelstromdämpfung bewirkt. Der Scheinverbrauch eines Meßgerätes beträgt rd. 25 VA bei 100 V Meßspannung. Dieser in Anbetracht der hohen Richtkraft geringe Wert wird durch Kompensation der Blindleistung erzielt.

Um ein unnötiges und störendes Schreiben der Geräte während normaler Betriebsverhältnisse zu vermeiden, werden die Zeiger der Meßgeräte im Bereich normaler Spannung von den Aufzeichnungstrommeln durch eine selbsttätige Abhebevorrichtung abgehoben. Unterschreitet z. B. eine der Meßspannungen einen einstellbaren Grenzwert, so werden die Zeiger aller Geräte für die Aufzeichnung (innerhalb 0,02 s) freigegeben und erst nach vollständigem Ablauf der Störung wieder von den Trommeln selbsttätig abgehoben. Die Reihenfolge mehrerer, in beliebigen Abständen aufeinanderfolgender Aufzeichnungen wird durch Reihenfolgemarken unmittelbar neben den Aufzeichnungen gekennzeichnet.

Zu Beginn der ersten drei Aufzeichnungen wird je eine Uhr stillgesetzt, so daß beliebige Zeit nach Ablauf der Störungen ihr Verlauf, ihre Reihenfolge und ihr Zeitpunkt bis auf 1 s genau festgestellt werden können. Durch Signaleinrichtungen kann auf den Eintritt der Störungen an beliebiger Stelle aufmerksam gemacht werden. Nach äußerst einfacher Auswechslung der Aufzeichnungstrommeln gegen Ersatztrommeln und Stellung der Uhren genügt die Betätigung eines Druckknopfes, um den Meßsatz wieder aufnahmebereit zu machen. Nach Fixierung der Aufzeichnungen und Abtrennung von den Trommeln können beliebig viele Pausen für alle an den Störungen interessierten Betriebstellen angefertigt werden.

Die Aufzeichnungen des Meßsatzes gestatten insbesondere eine Überprüfung der Relais- und Schalter-Auslösezeiten und können zur Fehlerortbestimmung herangezogen werden. Der Meßsatz hat bereits in vielen Fällen einen einwandfreien Einblick in die Entwicklung von Störungen ermöglicht und Wege zu ihrer Vermeidung gewiesen. (V. Aigner, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 598.) *Sb.*

Impuls-Schnellzählrelais. — Bei hohen Zählgeschwindigkeiten können Rollen- und Walzenzählwerke nicht mehr verwendet werden, da bei diesen Zählwerken verhältnismäßig große Kräfte zur Beschleunigung der beweglichen Teile erforderlich sind. Von der AEG ist ein Schnellzählrelais mit Zeigerablesung (Abb. 5) entwickelt worden, das bis 20 Impulse/s zuverlässig aufzunehmen gestattet. Die Kräfte, die zur Bewegung der Zeiger notwendig sind, werden einer Spiralfeder entnommen, die von einem kleinen, dauernd am Netz liegenden Asynchronmotor mit einer Leistungsaufnahme von etwa 15 VA gespannt wird. Das Vorrücken der Relaiszeiger, von denen der große die Einer und Zehner, der kleine die Hunderter und Tausender angibt, wird durch eine doppelarmige Sperrklinke verhindert. Die Sperrklinke greift in die Zähne eines mit dem großen Zeiger verbundenen Sperrades und ist mit dem Anker eines Gleichstrommagneten verbunden. Eine Bewegung der Zeiger ist nur möglich, wenn durch Anziehen des Ankers die Klinke das Sperrad freigibt. Jeder der Wicklung des Magneten zugeführte Impuls bewirkt ein Vorrücken des großen Zeigers um einen Teilstrich. Nach 100 Impulsen hat ein Umlauf des großen Zeigers stattgefunden. Die Übersetzung auf den kleinen Zeiger ist so gewählt, daß dieser bei einer vollen Umdrehung des großen Zeigers um einen Teilstrich weiterrückt. Nach einem Umlauf des kleinen Zeigers haben $100 \cdot 100 = 10\,000$ Zählungen stattgefunden.

Abb. 5 Impuls-Schnellzählrelais.

Die Relais werden sowohl für fortlaufende Zählungen hergestellt, als auch mit einer Vorrichtung zur Rückstellung der Zeiger auf die Ausgangsstellung. Die Auslösung der Impulse zur Betätigung des Geichstrommagneten kann bei mittleren Zählgeschwindigkeiten durch mechanische Kontaktgabe erfolgen. Da die Leistungsaufnahme des Gleichstrommagneten nur 0,2 W beträgt, kann die Erregung des Magneten auch durch einfach verstärkte Photozellenströme erfolgen. Diese Anordnung ist besonders bei schnellen Zählvorgängen vorteilhaft. In-

Digitized by Google

duktivitäts- und Kapazitätsänderungen lassen sich in entsprechender Weise zur Impulsgabe benutzen. Bei Verwendung einer photo-elektrischen Einrichtung müssen die zu zählenden Gegenstände einen auf eine Photozelle fallenden Lichtstrahl unterbrechen. Die Änderung der Beleuchtungstärke auf der Photozelle löst den zur Betätigung des Schnellzählrelais erforderlichen Impuls aus. Auf ähnliche Weise könnte der Impuls hervorgerufen werden, wenn z. B. Teile aus magnetischem Material durch eine Spule hindurchtreten. In anderen Anordnungen mögen sich leichter kapazitive Änderungen nutzbar machen lassen.

Das neue Zählrelais hat sehr viele Anwendungsgebiete, z. B. in der Massenfabrikation beliebiger Güter, wie Zigarettenpackungen, Schokoladenpackungen, Brote, Bierfässer und Industrieerzeugnisse, wie Kondensatoren, Radioröhren, Glühlampen, Einzelteile von Apparaten usw. (AEG-Mitt. 1932, S. 62.) *fi*

Beleuchtung.

Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie. Ein Beitrag zu Technik und Recht. — William Meinhardt, Generaldirektor der „Osram" G. m. b. H., KG., hat eine Schrift über „Entwicklung und Aufbau der Glühlampen-Industrie" (1932, Carl Heymanns Verlag) verfaßt, die von dokumentarischer Bedeutung für die Elektrizitätsindustrie ist. Die Schrift enthält eine Übersicht über die technischen Anfänge der Glühlampe und ihre spätere Entwicklung sowie über die Entwicklungs- und Organisationstendenzen in der Glühlampenindustrie. Der Aufbau der Glühlampenindustrie in den Hauptländern: Deutschland, Niederlande, England, Frankreich, Italien, Spanien, Schweiz, den nordischen Ländern, Österreich-Ungarn, Tschechoslowakei, Polen, Rußland, den V. S. Amerika, Japan und China, wird eingehend behandelt. Die Kartellierung in der Glühlampenindustrie, von dem kontinentalen Syndikat für Kohlenfadenlampen über die mittel- und nordeuropäischen Preiskartelle bis zu dem „Glühlampen-Weltvertrag" wird dargestellt. Die Vorgeschichte des Weltvertrages, Inhalt und Organisation, sowie die rechtlichen Verhältnisse des Abkommens, bilden den Gegenstand einer Darstellung, die in gleicher Weise für die Technik wie für das Recht von größter Bedeutung ist. So gibt diese Schrift einen Beitrag zu Problemen, die über das Gebiet der Glühlampenindustrie hinaus auf die engen Zusammenhänge der technischen Bedürfnisse mit der rechtlichen Gestaltung hinweisen. Diese Bindungen sind bisher nur selten in ihren außerordentlichen praktischen Auswirkungen für die Industrie behandelt worden. Entwicklung und Aufbau der Glühlampenindustrie sind ein Musterbeispiel dafür, daß die Technik das Recht vor neue Aufgaben stellt. Früher zeigten sich die Zusammenhänge zwischen Technik und Recht vornehmlich im Patentwesen. Die Entwicklung der Technik hat jedoch über das Gebiet des Erfindungsrechtes hinaus zu immer engeren Beziehungen von Technik und Recht geführt. Die vorliegende Schrift beweist, daß Technik und Recht so stark miteinander verbunden sind, daß der technische Aufbau der Werke oft für den rechtlichen Aufbau maßgebend ist. Die allgemeinen Rationalisierungsbestrebungen, die über die Technik in die Betriebswirtschaft kamen, führten zu großen wirtschaftlichen Zusammenschlüssen, Interessengemeinschaften, Kartellen. Aus dem industriellen Bedürfnis heraus erfolgt in vielen Fällen die rechtliche Gestaltung der Unternehmensform, und hier ergeben sich die engen Zusammenhänge zwischen Technik und Konzernrecht. Ob ein Konzern mit seinen einzelnen Werken und Gruppen sich horizontal ausbreitet, oder ob er vertikal aufgebaut ist, wird oft durch den technischen Aufbau des Unternehmens bestimmt. Das Buch von Meinhardt ist ein Beweis für die Richtigkeit dieser Feststellung. Von den Anfängen der Kohlenfadenlampe bis zur Schaffung des größten Kartellvertrages der Welt, des „Glühlampen-Weltvertrages", wird diese Entwicklung aufgezeigt. Von Anfang an zeigte sich in der Glühlampenindustrie, wie Meinhardt ausführt, die Tendenz zum horizontalen Zusammenschluß (Kartellierung) und die zum Teil damit in Wechselwirkung stehende, internationale Verflechtung. Von einer einfachen Konvention zwischen zwei Firmen bis zum alles erfassenden Weltvertrag der letzten Jahre herrscht die Verbandsbildung in allen Schattierungen; das nationale und das internationale Syndikat, das gentleman agreement und das straff organisierte Abkommen, das einfache Preis- und das komplizierte Kontingentierungskartell. Allen Zusammenschlüssen gemeinsam ist das Bestreben, an Stelle der hemmungslosen Konkurrenz die private Verständigung zu setzen und nicht im Gegeneinander, sondern im Neben- und Miteinander die Entwicklung des Geschäfts zu fördern. Diese Tendenz zeigte sich in der Glühlampenindustrie schon in einer Zeit, als sie noch verhältnismäßig jungen Datums war, und sie hat seit Begründung der Verkaufsstelle Vereinigter Glühlampenfabriken (V. V. G.) im Jahre 1903, von kurzen Unterbrechungen abgesehen, bis heute unvermindert angehalten. Die außerordentliche Bedeutung der Glühlampen als internationale technische Errungenschaft führte notwendigerweise zu internationalen Verflechtungen. Diese waren „von Anfang an in der Glühlampenindustrie heimisch und aus ihrer Entstehungsgeschichte und Verbreitung erklärlich". Aus dieser besonderen technischen Eigenart der Glühlampenindustrie ergaben sich die rechtlichen Gestaltungen durch Lizenzverhältnisse, Gebietsabgrenzung, Patentgemeinschaft, die gleichzeitige Beteiligung mehrerer Unternehmungen an einem andern, d. h. die konsortiale Beteiligung, die gemeinsame Verkaufsgesellschaft, die kapitalmäßige Interessennahme von der Minderheits- über die Halbpartbeteiligung bis zum Alleinbesitz. Es ergibt sich eine enge Verflechtung in der gesamten Glühlampenindustrie, „ein Netz von Beziehungen, wie es sonst wohl nur bei wenigen Industriezweigen der Fall ist". Es wird nachgewiesen, wie sich aus dem Werdegang der Glühlampenindustrie in den Hauptländern das Rechtsgebilde des großen Kartellvertrages organisch entwickelt hat. Dieser Vertrag hat die Bezeichnung „Entwicklungs- und Arbeitsvertrag auf dem Gebiete der internationalen Glühlampenindustrie". Zweck des Vertrages ist, „die Zusammenarbeit der Vertragsparteien sicherzustellen zur Vorsorge für eine vorteilhaftere Ausnutzung ihrer Fabrikationsmöglichkeiten bei der Herstellung von Lampen, Sicherung und Aufrechterhaltung einer gleichmäßigen Qualität, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und der Verteilung des Absatzes, Steigerung der Wirksamkeit elektrischer Beleuchtung und Erhöhung des Lampenverbrauchs zum Vorteil des Verbrauchers". Ein wesentlicher Teil des Vertrages dient dem Erfindungs- und Erfahrungsaustausch. Der Vertrag ist also in gleichem Maße bedeutend für die Technik wie für die Wirtschaft. Die Organisation des Glühlampenkartells ist in Form einer „Doppelgesellschaft" erfolgt. Bei ihr besteht unter den Mitgliedern nach dem Grundvertrage eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts. In einer besonderen Bestimmung des Grundvertrages haben sich die Mitglieder jedoch weiter verpflichtet, eine Aktiengesellschaft Schweizer Rechts mit dem Sitz in Genf, die Phoebus S. A., zum Träger ihrer Rechte zu ernennen. Der Kreis der Teilnehmer (Glühlampenerzeuger) ist unbegrenzt. Der Vertrag sieht die Möglichkeit vor, nach Maßgabe näherer Bestimmungen angesehene Fabriken, die ihm ursprünglich fernstehen, in den Vertrag aufzunehmen, „für welchen Fall natürlich die Rückwirkung auf den Kontingentstand sorgfältig zu regeln war". Will ein Partner seinerseits ein dem Vertrag nicht angehöriges Glühlampenunternehmen erwerben, so erfolgt der Erwerb grundsätzlich unter Mitbeteiligung der übrigen an dem Geschäfte des betreffenden Gebietes beteiligten Vertragsparteien.

Etwaige Streitigkeiten werden durch ein ständiges Schiedsgericht entschieden, dessen Einsetzung dem Verwaltungsrat im Einvernehmen mit der Generalversammlung übertragen ist. Demgemäß ist ein ständiges Schiedsgericht aus drei Schweizern konstituiert worden, das seinen gewöhnlichen Sitz in Genf hat, jedoch auch an andern Orten zusammentreten kann.

Ebenso wertvoll wie die Darstellung der Entwicklung des Aufbaues der Glühlampenindustrie in den Hauptländern ist auch der „Rückblick und Ausblick" am Schlusse der Schrift. Im Hinblick darauf, daß die Entwicklung der Technik und Wirtschaft in der Glühlampenindustrie fließend ist, sind auch die rechtlichen Bestimmungen des Weltvertrages „dehnbar genug, um neuen Anforderungen Rechnung tragen zu können". Es handelt sich im wesentlichen um Versuche, die Verminderung des Wettbewerbes und damit eine Herabsetzung der Verkaufsunkosten fühlbarer zu machen als bisher. Dies trifft insbesondere solche Länder des Gemeinschaftsterritoriums, die im Hinblick auf die günstigen Absatzverhältnisse zu einer Absatzsteigerung anreizen. Man hat hier zu einem Aushilfsmittel, der sogenannten „internen Kontingentierung", gegriffen, d. h. die daran beteiligten Firmen haben unter sich Sonderkontingente für ein bestimmtes Gebiet innerhalb des Gemeinschaftsterritoriums festgelegt.

„Überall sind die Dinge im Fluß: die Staaten ändern ihre Gesetzgebung, Patente laufen ab oder werden erteilt, neue Fabriken entstehen, der Geschmack des Publikums wandelt sich u. a. m. Alle diese Momente zwingen dazu, sich dauernd vor Augen zu halten, daß auch die durch den

Digitized by Google

Weltvertrag geschaffene Lage nichts Einmaliges darstellen kann, sondern daß sich seine Bestimmungen und seine Handhabung nach Möglichkeit den wechselnden Erscheinungen anpassen müssen, um die Zukunft zu meistern."

Das ist auch ein Erfordernis eines Weltvertrages, der in gleichem Maße von technischer wie von wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Wie in den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin 1932 (S. 789) mit Recht ausgeführt wird, hat sich gerade auf einem Gebiet wie das der Glühlampenindustrie im besonderen Maße gezeigt, daß vielfach das Recht den Erscheinungen des Wirtschaftslebens nachhinkt, und daß es gerade eine besonders reizvolle und notwendige Aufgabe für den Wirtschaftsjuristen bildet, das Recht den Erscheinungsformen der Wirtschaft anzupassen.

Die vorliegende Schrift ist ein glänzender Beweis für diese These. Rechtsanwalt Bernhard Blau.

Fernmeldetechnik.

Springschreiberdienst zwischen englischen Teilnehmerstellen. — Im August 1879 wurde in London der Fernsprechdienst eingerichtet, u. zw. zunächst mit 7 ··· 8 Teilnehmern. 53 Jahre später, im August v. J., führte die britische Postverwaltung den Springschreiberdienst zwischen privaten Teilnehmern ein. An ihm waren ursprünglich 10 Londoner Firmen beteiligt. In den Provinzstädten folgte sehr bald die Eröffnung kleiner Vermittlungstellen für Springschreiberbetrieb, so daß dieser Dienst im ganzen Lande schnelle Verbreitung finden konnte.

Die Schaffung dieses Verkehrszweiges kann als ein Markstein in der Entwicklung des Fernmeldewesens angesehen werden. Vom Standpunkt des Kunden läßt er sich wie folgt beurteilen: Ebenso wie ein Fernsprechteilnehmer mit jedem andern sprechen kann, ist es einem Springschreiberteilnehmer möglich, mit jedem andern mittels Fernschreibmaschine zu verkehren. Die Verbindungen werden wie Gesprächsverbindungen auf Anfordern hergestellt und werden ähnlich berechnet. Geradeso wie ein Fernsprechteilnehmer von einer privaten Nebenstelle aus mit dem öffentlichen Netz Verbindung erhält, ist es dem Springschreiberteilnehmer gestattet, sowohl über Privatleitungen als auch über das öffentliche Fernsprechnetz mit einem andern Kunden zu verkehren. Der neue Dienst stellt eine Verbindung von Sprech- und Telegraphenverkehr dar. Die Vorteile für den Kunden bestehen darin, daß er auf ein und derselben Leitung seinem Gegenüber Nachrichten mündlich und schriftlich übermitteln kann. Es ist möglich, zunächst am Fernsprecher eine Mitteilung durchzusagen und anschließend eine schriftliche Bestätigung zu geben. Außerdem hat der Absender dieser schriftlichen Mitteilung einen Abdruck der telegraphischen Übermittlung in Händen. Die telegraphischen Nachrichten gehen beim Empfänger mit einer nicht zu überbietenden Schnelligkeit ein. Die Umschaltung vom Sprech- auf Schreibverkehr geschieht durch einen einfachen Handgriff, ohne daß der Teilnehmer dazu das Amt in Anspruch nehmen muß. (Telegr. Teleph. J. Bd. 19, S. 2.) *Gth.*

Die Detektorwirkung beim Empfang ultrakurzer Wellen. — Eine Elektrodenröhre mit zylinderförmigen Elektroden, die mit hoher positiver Gitterspannung und keiner oder geringer Anodenspannung gespeist wird, kann sehr kurze elektromagnetische Wellen (etwa 10^9 Hz) erzeugen, die durch die pendelnde Bewegung der Elektronen durch die Maschen des Gitters entstehen. Für diese von Barkhausen und Kurz entdeckte Erscheinung gibt es bisher noch keine vollkommen einwandfreie Erklärung; ihre wichtigsten Erscheinungen sind aber von vielen Forschern beobachtet und beschrieben worden.

Für den Empfang ultrakurzer Wellen verwendet man gewöhnlich ähnliche Röhren, die auch ungefähr in derselben Weise gespeist werden. Infolgedessen könnte man annehmen, daß die Röhre beim Empfang ganz in der Nähe des gleichen Zustandes sein müßte, bei dem sie beim Senden zu schwingen anfängt. Im Gegensatz zu dieser Anschauung und auf Grund einer theoretischen und experimentellen Untersuchung kommt der Verfasser zu dem Schluß, daß die Detektorröhre sich in diesem Falle ganz genau wie ein einfacher Zweielektroden-Gleichrichter verhält, bei dem aber die Elektroden so außerordentlich nahe beieinander stehen müßten, wie es konstruktiv nicht ausführbar wäre. (N. Carrara, Alta Frequenza Bd. 1, S. 6.) *Gth.*

Bildtelegraphie Deutschland — Frankreich. — Am 5. III. wurde der Bildtelegraphendienst zwischen Deutschland und Frankreich eröffnet. Der Verkehr wird von den Bildstellen Berlin und Paris abgewickelt. Zugelassen sind außer Druck und Schrift Bilder bis zur Größe 13 · 18 cm. Größere Bilder muß der Absender entsprechend zerlegen. Die Gebühr beträgt für 1 cm² Bildfläche 21 Pf, die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm beläuft sich auf 21 RM. Anschrift und besondere Dienstvermerke werden gebührenfrei befördert.

Mit Eröffnung dieser Verkehrsbeziehung hat sich auch Frankreich in das europäische Bildtelegraphennetz eingegliedert, das sich ständig erweitert und dadurch an Bedeutung gewinnt. Den Kern dieses Netzes bildet Deutschland. Es unterhält 3 öffentliche Bildstellen, je eine in Berlin, Frankfurt (Main) und München, und steht in unmittelbarer bildtelegraphischer Verbindung mit Dänemark, Frankreich, Großbritannien nebst Nordirland, Italien, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Schweden, der Vatikanstadt, ferner über Bildfunklinien mit Argentinien, Siam, den V. S. Amerika und über Amsterdam mit Niederländisch-Indien. Da Bildtelegramme nach allen europäischen Ländern und, auf dem Wege über die vorhandenen Bildfunklinien, auch nach zahlreichen außereuropäischen Gebieten befördert werden können, ist schon heute ein bildtelegraphischer Verkehr nach dem größten Teil der Welt möglich. Im Durchgang durch Frankreich können Bildtelegramme nach Spanien und Portugal gesandt werden. *Gth.*

AUS LETZTER ZEIT.

Vereinigung Elektrotechnischer Spezialfabriken e. V. (VES), Berlin. — Die VES ist mit einer Denkschrift über die Notwendigkeit einer angemessenen Beteiligung der elektrotechnischen Spezialfabriken an den Aufträgen der öffentlichen Hand in Reich, Ländern und Kommunen an die maßgebenden Behörden und Vergebungstellen mit folgendem Antrage herangetreten:

1. bei der Auftragserteilung auf alle normalen elektrotechnischen Fabrikate die VES-Spezialfabriken und für die Ausführung von Installationsarbeiten das Elektro-Installateur-Handwerk angemessen zu berücksichtigen;
2. bei Auftragserteilung auf Gesamtanlagen — Erweiterungen und Ergänzungen hierzu — die Aufträge nicht einer einzigen Lieferfirma bzw. einem Generalunternehmer zu erteilen, sondern durch Aufteilung in verschiedene Lose im freien Wettbewerb zu vergeben;
3. bei Submissionen, wo es nur irgend angängig ist, Sachverständige als Berater heranzuziehen, die nicht nur nach dem Preise, sondern vor allem nach der Qualität und unter Berücksichtigung der Interessen der Gesamtwirtschaft den Zuschlag erteilen.

Vor der Vollendung der Elektrisierung Augsburg—Stuttgart. — Die oberste Bauleitung für die Elektrisierung Augsburg—Stuttgart teilt über den Fortgang der Elektrisierungsarbeiten Augsburg—Stuttgart folgendes mit:

Vor kurzem wurde die neue 209 km lange 100 kV-Bahnstrom-Fernleitung, die vom Unterwerk Pasing bei München über Augsburg, Ulm, Plochingen nach dem Kraftwerk Münster bei Stuttgart führt, fertiggestellt und ohne Anstände unter Spannung gesetzt. In dieser Woche werden die an die Fernleitung angeschlossenen Unterwerke in Neu-Ulm und Plochingen probeweise in Betrieb genommen. Auch die Bahnstromanlage im Kraftwerk Münster ist betriebsbereit. In den nächsten Wochen werden die genannten Anlagen und auch das Zusammenarbeiten des Kraftwerks Münster mit den Bahnstromerzeugern in den bayerischen Großwasserkräften erprobt. Auf dem Abschnitt Augsburg—Neu-Ulm wird in den nächsten Tagen auch das Fahrleitungsnetz versuchsweise unter Spannung gesetzt; anschließend werden einige Probezüge elektrisch gefahren werden. Auch im Bezirk der Reichsbahndirektion Stuttgart werden demnächst zur Erprobung von Triebwagenzügen einzelne Fahrleitungsabschnitte unter Spannung gesetzt.

Reichsbahn und Reichsmarine auf der Elektrowärme-Ausstellung in Essen. — Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat für die am 1. VII. beginnende Elektrowärme-Ausstellung in Essen in großem Umfange ihre Beteiligung zugesagt. Sie wird in einer Sonderschau zeigen, welche arbeitstechnischen und wirtschaftlichen Vorzüge die Anwendung der Elektrowärme, besonders die der Elektroschweißung, beim Bau von Dampf- und elektrischen Lokomotiven sowie bei Personen- und Güterwagen mit sich bringt. Die Elektroschweißung hat sich besonders bei der Verwirklichung aller Bestrebungen um die Gewichtsverminderung von Fahrzeugen als wertvolles Hilfsmittel erwiesen. Zahl-

Digitized by Google

reiche Bauteile, die bisher im Gießverfahren oder durch Nietung hergestellt wurden, lassen sich, wie auf der Sonderschau der Reichsbahn zu sehen sein wird, unter Verwendung der Elektroschweißung aus handelsüblichen Profilen wesentlich billiger und leichter herstellen. Ebenso wird auch die Reichs- und Handelsmarine durch Beteiligung an der Essener Ausstellung auf die Erfolge hinweisen, die durch Anwendung von Schweißverfahren gegenüber den bisher üblichen Nietverfahren im Schiffbau erzielt wurden.

Geschäftsbelebung bei der Kabelwerk Rheydt AG. — Nachdem der Absatzrückgang in den ersten Monaten des Geschäftsjahres 1932/33 (ab Juli) sich zunächst fortgesetzt hatte, ist seit Anfang Februar eine Besserung eingetreten, so daß eine Erhöhung der stark eingeschränkten Arbeitszeit sowohl nach der Anzahl der Tage als auch der Arbeitstunden vorgenommen werden konnte. Zur Zeit ist die Gesellschaft gemeinsam mit Felten & Guilleaume mit der Durchführung eines Auslandsauftrages auf Lieferung eines 30 kV-Kabels im Werte von rd. 1 Mill RM beschäftigt.

Stromverbrauch in England. — Während der beiden Monate Januar und Februar des Jahres 1933 betrug in England der Verbrauch an elektrischem Strom 2487 Mill kWh gegenüber 2295 Mill kWh in derselben Zeit des Vorjahres. Die Zunahme belief sich also auf 192 Mill kWh = 8,4 %.

Englisches Flutwasserkraftwerk. — Nach rd. 8jähriger Arbeit hat nunmehr die aus den bekanntesten englischen Fachleuten zusammengesetzte Kommission den endgültigen Bericht über den Ausbau des riesigen Flutwasserkraftwerks am Severn-Fluß bei English-Stones abgeliefert. Um eine gleichmäßigere Stromerzeugung zu ermöglichen, ist die Anlage eines besonderen Speicherbeckens in Aussicht genommen. Die Jahresarbeit soll 1610 Mill kWh betragen. Die Gesamtkosten der Anlage werden auf rd. 552 Mill RM (1 £ = 14,40 RM) geschätzt. Die Bauzeit soll 15 Jahre betragen, wobei durchschnittlich 12 000 Arbeiter beschäftigt werden.

Zunahme des Anteils der Wasserkraftwerke an der Stromerzeugung der V. S. Amerika. — Von der gesamten Stromerzeugung in den V. S. Amerika von 82 938 Mill kWh im Jahre 1932 entfallen 41 % auf Wasserkraftanlagen und 59 % auf Wärmekraftwerke, während im Jahre 1931 von 91 729 Mill kWh nur 33 % mit Hilfe von Wasserkraft erzeugt worden sind. Während also die gesamte erzeugte Strommenge um 9,6 % zurückgegangen ist, konnte die Stromerzeugung der Wasserkraftwerke von 30 270 Mill kWh im Jahre 1931 auf 34 000 Mill kWh im Jahre 1932, d. h. um 12,3 %, gesteigert werden.

New York — Philadelphia. — Die in elektrischen Betrieb übergeführte Eisenbahnstrecke zwischen New York und Philadelphia ist nunmehr eröffnet worden. Der Antrieb erfolgt mit Hilfe einphasigen Wechselstroms von 25 Per/s und 11 000 V Spannung. Die neuen elektrischen Lokomotiven haben 6 Motoren mit zusammen 3400 PS und entwickeln eine Geschwindigkeit von 138 km/h.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Der Ingenieurdienst E. V. Bezirksstelle Berlin veranstaltet am **Freitag, dem 28. April 1933, 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule Charlottenburg, Hörsaal E. B. 301,**

einen Vortrag des Herrn Prof. Dr. Leschke über das Thema: **„Mechanik und Leben".**

Das Eintrittsgeld beträgt 1,— RM und kommt in voller Höhe der Hilfskasse des Ingenieurdienstes zugute. Mit Rücksicht auf den wohltätigen Zweck wird um zahlreichen Besuch des Vortrags gebeten. Bestellungen nimmt die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins entgegen.

Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932[1].

A. Starkstromtechnik.

I. Elektrizitätswirtschaft.

Die Elektrizitätswerke sind von dem allgemeinen Rückgang der deutschen Wirtschaft nicht verschont geblieben; das Jahr 1931 hatte einen Rückgang des Stromabsatzes von rd. 11 % gegenüber 1930 zu verzeichnen, auch in der ersten Hälfte 1932 hat sich diese Abnahme fortgesetzt. In der zweiten Hälfte hat der Rückgang sich verlangsamt; von einzelnen Werken wurden in den letzten Monaten sogar geringe Absatzzunahmen gemeldet. Da die in den Jahren des Aufstiegs in Auftrag gegebenen Erweiterungen der Versorgungsanlagen inzwischen zum größten Teil fertiggestellt sind, besteht ein starker Überschuß an Leistungsfähigkeit, für dessen Ausnutzung angestrengteste Werbetätigkeit geboten ist. Die Gemeinschaftsarbeit mit der Elektrizitätsindustrie und den Installationsfirmen auf diesem Gebiete kann nicht ernst genug gefördert werden.

An bemerkenswerten Anlagen sind im Laufe des Jahres fertiggestellt worden: die Mainstaustufe bei Frankfurt-Griesheim und die beiden Staustufen Hirschhorn und Rockenau am Neckar; das Wasserkraft- und Pumpspeicherwerk Bleiloch in Thüringen soll Anfang des Jahres 1933 mit seiner vollen Leistung (40 000 kW) den Betrieb aufnehmen. Der Bau der Schluchseesperre ist beendet; das rd. 100 Mill m³ fassende Becken ist zur Zeit mit 45 Mill m³ ausgefüllt. Der wechselseitige Pumpen- und Turbinenbetrieb konnte voll aufgenommen werden.

Die Bauarbeiten an dem hydraulischen Speicherwerk Waldeck (Bezirk Kassel) sind zu Ende geführt; der zweite Maschinensatz von etwa 30 000 kW wurde in Betrieb genommen. Das Kraftwerk Harbke der Braunschweigischen Kohlenbergwerke Helmstedt ist um rd. 30 000 kW erweitert worden.

Zu beachten ist die zunehmende Verwendung der Großgleichrichter hoher Leistungen, neuerdings in Verbindung mit der Gittersteuerung. Bemerkenswert ist ferner die zunehmende Verwendung von Kondensatorbatterien für Hochspannung zum Ausgleich der Phasenverschiebung.

Die im vergangenen Jahre ausgeführten Leitungsanlagen dienten im wesentlichen der Verbindung bestehender Kraftwerke und Umspannstationen.

In der Hochspannungskabeltechnik sind die Bestrebungen zur Verbesserung der Isolation erfolgreich fortgesetzt worden. Neben dem sogenannten Ölkabel ist neuerdings das Druckkabel zur Ausführung gelangt, bei dem durch Anwendung äußeren mechanischen Druckes die Durchschlagsfestigkeit der bisher mit zähflüssigem Mineralöl getränkten Papierisolation erhöht werden soll. Versuchsanlagen solcher Druckkabel sind in Betrieb genommen worden.

Gegenüber dem Rückgang des Elektrizitätsbedarfs in Industrie und Gewerbe, neuerdings sogar im Haushalte, ist die Elektrizitätswirtschaft eifrig bemüht gewesen, sich neue Absatzgebiete zu erschließen. Das Gebiet der Elektrowärme zu gewinnen ist geradezu die Zukunftsaufgabe der Elektrotechnik. Leider ist die ausgedehnte Anwendung der Elektrowärme in der Industrie, besonders der Großindustrie, der Allgemeinheit noch nicht hinreichend bekannt. Es ist daher zu hoffen, daß im Jahre 1933 die große Elektrowärme-Ausstellung in Essen stattfindet, die im abgelaufenen Jahre leider wegen der Notlage der Wirtschaft aufgegeben werden mußte.

Wenn allmählich eine Belebung der Wirtschaft eintreten sollte, darf erhofft werden, daß für zahlreiche Vorhaben der Rationalisierung und Verbesserung älterer Betriebe die Möglichkeit sich bieten werde. Besondere Erfolge sind in diesem Sinne bei der Elektrisierung von Mol-

[1] Der Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins hat vorstehenden „Rückblick" in der Jahresversammlung am 31. 1. 1933 wie sonst üblich — wegen Zeitmangels nicht vortragen können; der „Rückblick" wird daher nur hier in der ETZ veröffentlicht.

Digitized by Google

kereien im Laufe des Jahres 1932 zu verzeichnen, bei denen der Einzelantrieb aller Arbeitsmaschinen vollkommen durchgeführt wurde. Der planmäßigen Ausbildung des Einzelantriebs wird auch in Zukunft besondere Sorgfalt zugewendet werden müssen, da erst auf diesem Wege die Überlegenheit des elektrischen Antriebs voll zur Geltung kommt.

II. Elektromaschinenbau.

Die im Berichte des Vorjahres erwähnten Entwicklungslinien waren gekennzeichnet durch den Bau von Grenzturbogeneratoren, großen Wasserkraftmaschinen, Höchstspannungsmaschinen, Netzkupplungsumformern und Gleichstrom-Grenzleistungsmaschinen. Diese Entwicklungslinien haben sich im Jahre 1932 infolge der Wirtschaftskrise nicht fortgesetzt. Nur vereinzelte Ansätze dazu sind vorhanden, wie z. B. die Projektierung von Dampfturbogeneratoren für 250 000 kVA und von vereinzelten größeren Lieferungen in Gleichstrommaschinen für die chemischen Industrien. Das Berichtsjahr hat außerdem noch einige weitere Angaben über in Amerika ausgeführte Maschinen mit Wasserstoffkühlung gebracht. Ferner ist aus dem Betriebe der Maschinen noch das Studium der Parallelbetriebsfragen für große Werke untereinander erwähnenswert.

Aus dem Gebiete der Motoren ist die weitere Entwicklung der Synchronmotoren zu bemerken. Hier ist es zur Ausführung größerer Maschinen für Walzwerke für direktes Einschalten mehrerer 1000 kW gekommen.

Auf dem Gleichrichtergebiete hat sich eine weitere Entwicklung der bisher bekannten Typen nicht gezeigt. Jedoch hat die Entwicklung steuerbarer Gleichrichter besonderes Interesse gefunden. Mit diesen können eine Reihe von wichtigen technischen Aufgaben, wie z. B. die Regulierung von Gleichspannungen mit Hilfe ganz kleiner Apparate, das Anlassen von Motoren, wie Walzwerks- und Fördermotoren, ausgeführt werden. Gleichzeitig haben diese Einrichtungen das Problem der Leistungsrückgabe durch Vakuumapparate zur Lösung gebracht, so daß jetzt auch ruhende Apparate zu Netzkupplungen, mögen diese zwischen Wechselstrom und Gleichstrom oder zwischen Wechselströmen verschiedener Frequenz notwendig sein, angewendet werden. Die ungünstige Wirtschaftslage hat indessen auch hier größere Ausführungen verhindert.

III. Hochspannungstechnik.

Die Betriebsmittel für die Hochspannungs-Kraftübertragung sind im Berichtsjahr weiter vervollkommnet worden. Auf dem Gebiete der Höchstspannungskabel ist zu dem Ölkabel noch das Druckkabel hinzugekommen, das in einer druckfesten Stahlrohrleitung verlegt wird und unter 10 ··· 15 at Druck steht. Das Druckkabel kann dadurch mit einer geringeren Isolationsstärke ausgeführt werden und läßt eine höhere Strombelastung zu. Versuchsanlagen mit dieser neuartigen Kabelausführung sind bereits seit längerer Zeit im Betrieb. Die bisher in Deutschland verlegten Ölkabelstrecken höchster Spannung haben sich in mehrjähriger Betriebszeit bestens bewährt.

Für die Fundamente von Freileitungsmasten sind neue Ausführungsformen bekannt geworden, u. zw. Rohr- und Einzelpfahlfundamente, die versenkfertig angeliefert werden und erhebliche Vorteile bei den Gründungsarbeiten ergeben.

Zum Schutz der Hochspannungsanlagen gegen Gewittereinwirkungen sind in großem Umfange besonders in Mittelspannungsnetzen neuere Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen eingebaut worden mit bisher im allgemeinen befriedigendem Ergebnis. Anderseits gehen Bestrebungen dahin, die Anlagen schon aus sich heraus so wetterfest wie möglich zu machen, so daß sie auch direkten Blitzeinschlägen gegenüber standhalten. Im Zusammenhang damit wird besonderer Wert auf gute Erdung der Freileitungswerke gelegt. Durch zweckmäßige Abstufung und Angleichung der Isolationsverhältnisse auf den Freileitungen und in den Stationen sucht man ebenfalls eine größere Gewittersicherheit der Kraftübertragungsanlagen zu erreichen.

Der Schalterbau im Jahr 1932 ist im wesentlichen durch die weitere Durchbildung und Entwicklung der öllosen Leistungschalter gekennzeichnet. Man hat einerseits für mittlere Spannungen öllose Schalter beträchtlicher Leistungsfähigkeit und dabei besonders einfachen Aufbaues entwickelt und anderseits auch für die höchsten Betriebspannungen Flüssigkeits- und Druckgasschalter durchgebildet. Die bisherigen guten Betriebserfahrungen mit öllosen Schaltern haben zu ihrer weiteren Einführung in die Praxis geführt. Daneben hat aber auch die Entwicklung im Ölschalterbau Fortschritte gemacht.

Die großen Fortschritte, die auf dem Gebiete der Gleichrichtung und Wechselrichtung in letzter Zeit erzielt worden sind, haben zunächst großes Interesse im Hinblick auf die Versorgung von Bahnanlagen aus Drehstrom-Kraftübertragungsnetzen gefunden. Darüber hinaus hat das alte Problem der Hochspannungs-Kraftübertragung durch Gleichstrom einen starken Anstoß erhalten. Besonders bemerkenswert auf diesem Gebiet ist die Entwicklung eines Lichtbogenstromrichters für hohe Spannungen, bei dem die Löschung eines Lichtbogens erheblicher Stromstärke durch die gemeinsame Einwirkung von magnetischen Feldern und von Preßluft erfolgt. Sperrspannungen von 150 kV sind bereits erreicht.

IV. Akkumulatoren.

Mit der zunehmenden Zentralisierung der öffentlichen Stromversorgung gewinnt der Akkumulator für die Spitzendeckung und als Momentreserve in Elektrizitätswerken eine immer größere Bedeutung. Ihm fällt die Aufgabe zu, in diesen Werken wie auch in angeschlossenen Anlagen verschiedener Art, wo schon die kürzeste Unterbrechung der Stromzufuhr mindestens sehr störend wirken, oft auch großen wirtschaftlichen Schaden mit sich bringen würde, die Belastung des ausgefallenen Netzes augenblicklich zu übernehmen und für eine Weiterlieferung von Kraft und Licht zu sorgen. Die Verschärfung der polizeilichen Bestimmungen über Not- und Panikbeleuchtungsanlagen in Theatern, Kinos, Warenhäusern, Krankenhäusern usw. hat für den Akkumulator als die einzige zuverlässige Notreservekraft ein bekanntes Anwendungsgebiet wesentlich erweitert.

In den Betrieben der Reichsbahn hat der Akkumulator neue Anwendung gefunden. Zunächst hat er seine Stellung als Kraftquelle in Triebwagen behaupten können. Obwohl zahlreiche Triebwagen mit Verbrennungsmotoren und gemischtem Antrieb gebaut sind, wurden die 142 großen Speichertriebwagen älterer Bauart in Betrieb gehalten, weil sie an Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit nicht überboten werden können. Von sechs zweiachsigen gemischten Kleinlokomotiven für Unterwegsbahnhöfe mit Akkumulator-Benzinmotor-Antrieb befindet sich gegenwärtig die erste bei der Reichsbahn im Probebetrieb. Eine größere dreiachsige Verschiebelokomotive mit Dieselaggregat und Speicherbatterie wird demnächst fertiggestellt werden. Für die Unterhaltung der Oberleitungen bei elektrisierten Strecken beschaffte die Reichsbahn kürzlich zwei neue elektrisch angetriebene Turmwagen, die bei Unterbrechung der Stromzufuhr in der Oberleitung durch große Akkumulatorenbatterien angetrieben werden. Bemerkenswert ist ferner, daß auch für das Anlassen der beiden großen 410 PS-Dieselmotoren des neuen Schnelltriebwagens der Reichsbahn sowie für fast alle anderen Triebwagen mit Verbrennungsmotor-Antrieb und ebenso für das Anlassen der Kleinlokomotiven mit Verbrennungsmotor Akkumulatoren Verwendung finden, die außerdem die Beleuchtung der Wagen übernehmen.

Elektrisch angetriebene Akkumulator-Schienenfahrzeuge wie Lokomotiven, Plattformwagen, Krane usw. laufen in Fabrikbetrieben, dazu unter Tage Grubenlokomotiven in großer Anzahl. Außer ihrer Wirtschaftlichkeit sind die Schlagwettersicherheit der Akkumulator-Grubenlokomotiven und der Verzicht auf die Oberleitung für ihre Verwendung ausschlaggebend.

Das Elektromobil ist heute im Straßenbild der Städte eine bekannte Erscheinung. Reichspost und Industrie, Transportunternehmen sowie staatliche und kommunale Betriebe bedienen sich des Akkumulatorfahrzeugs in weitgehendem Maße, in kleinerer Ausführung als Elektrokarren, von denen heute über 12 000 Stück in Deutschland laufen.

In der Binnen- und See-Schiffahrt hat der Akkumulator als Licht- und Kraftreserve eine besondere Aufgabe zu erfüllen. Für die Betriebsicherheit der Signaleinrichtungen auf Feuerschiffen ist er unentbehrlich.

Neuerdings sind elektrische Fahrräder auf den Markt gekommen, die wegen ihres Antriebs durch Akkumulatoren besonders wirtschaftlich arbeiten.

Varta-Akkumulatoren finden als Starterbatterien überall Verwendung, weil sie sich durch besonders hohe elektrische und mechanische Festigkeit auszeichnen. Für Kraftwagen werden diese Batterien mit Spannungen von 6 und 12 V gebaut, ihre Kapazität beträgt je nach ihrer Größe 30 ··· 150 Ah bei 10stündiger Entladung. Um den Kraftfahrern die Wartung ihrer Batterien abzunehmen, hat die Varta über ganz Deutschland einen mustergültigen Varta-Dienst mit über 650 Dienststellen eingerichtet.

Eine besondere Förderung hat ferner die Entwicklung der Motorradbatterien erfahren, da durch Ver-

Digitized by Google

fügung des Reichsverkehrsministeriums vom 1. VII. 1933 ab jedes Motorrad mit einer erleuchteten hinteren Kennnummer ausgerüstet werden muß. Mit Rücksicht auf die geringe Kaufkraft weiter Kreise von Motorradbesitzern — es gibt in Deutschland über 800 000 Motorräder — wurde eine besonders preiswerte Type von Motorradbatterien entwickelt, die bei 6 V Spannung eine Kapazität von 7 Ah bei 10stündiger Entladung besitzt.

Als Rundfunkbatterie spielt der Akkumulator trotz der starken Verbreitung der Netzanschlußgeräte auch heute noch eine wichtige Rolle. Das große Gebiet der transportablen Empfänger, die in beträchtlichen Mengen bei Wochenendfahrten und Reisen benutzt werden, verlangt nach besonders leichten und leistungsfähigen Heizbatterien. Derartige Spezialbatterien sind als säuredichte, kippbare Batterien für Kofferempfänger auf den Markt gebracht worden.

Die modernen Ladeaggregate, die eine völlig selbsttätige, der Art der Platten und dem Ladezustand entsprechende Aufladung von Akkumulatoren vornehmen, sind weiter entwickelt worden. Die Automatisierung der Ladung ist so weit durchgeführt, daß der Gleichrichter beim Beginn der Gasentwicklung selbsttätig die Ladestromstärke reduziert und die geladene Batterie zu gegebener Zeit völlig abschaltet. Bei Bedarf übernimmt er nachher von selbst die Aufladung einer zweiten Batterie oder schaltet sich von dem Drehstromnetz ab, wenn er nichts weiter zu tun hat.

Besondere Fortschritte sind im Bau von Glühkathoden-Gleichrichtern zu verzeichnen. Die automatische Zündung der Röhren ist von der Außentemperatur völlig unabhängig, ebenso auch von einer Unterbrechung des Netzstromes. Durch eine besondere Anordnung der Anode hat die Oxydkathoden-Gleichrichterröhre eine hohe Durchschlagsfestigkeit erhalten. Ferner ist bei der Herstellung der Röhren eine für ihren Transport günstige Form — die einer großen Glühlampe — gewählt worden, die sich bei der maschinellen Herstellung der Gleichrichterröhren fabrikationstechnisch sehr bewährt hat. Die Unterteilung der Gesamtleistung eines Gleichrichters auf drei Röhren hat sich in größeren Ladestationen für Elektrokarren eingeführt, weil auf diese Weise eine große Zuverlässigkeit der Stromversorgung gewährleistet ist, wenn der Ladebetrieb vollautomatisch ohne jede Aufsicht durchgeführt wird. Die bekannten Vartax-Gleichrichter für gewerbliche Ladebetriebe sind durch die Neuentwicklung des Vartax-Superior ergänzt worden. Dieser stellt eine komplette Ladestation mit mehreren Ladestromkreisen und vielseitiger Spannungsregulierung dar, ohne verlustbringende Widerstände für die Regulierung zu besitzen. Für die selbsttätige Ladung von Batterien, sowohl in Verbindung mit Gleichrichtern und Maschinenaggregaten als auch direkt von einem Gleichstromnetz unter Vorschaltung von Widerständen, wird mit Vorteil der selbsttätige Ladeschalter, System Pöhler verwendet. Durch diesen ist es möglich, eine auf Ladung geschaltete Batterie ohne Bedienung und Aufsicht selbsttätig abzuschalten und ihr — unabhängig von der vorausgegangenen Entladung — stets die richtige Menge Ladeenergie zuzuführen. Gleichrichter und Maschinenaggregate können nach vollendeter Batterieaufladung über Hilfskontakte stillgesetzt werden.

Neuartig ist ferner die Anwendung des Akkumulators in Dauerladeschaltung für Notbeleuchtungsanlagen, die nach den polizeilichen Vorschriften nur noch elektrisch sein dürfen. Bei den mit eigener Stromquelle (Akkumulator) vorgesehenen Notlampen sind Akkumulator und Ladevorrichtung im Lampengehäuse untergebracht. Eine Überwachung der nur selten in Funktion tretenden Akkumulatorenspeisung ist bei den neuesten Dauerladeschaltungen nicht mehr nötig. Ein vom Netz versorgter Trockengleichrichter regelt im Verein mit den erforderlichen Schaltrelais den Ladezustand des Akkumulators so, daß der durch Inanspruchnahme und Selbstentladung entstehende Spannungsverlust ständig durch Aufladung automatisch ersetzt wird. Das gleiche automatische Dauerladeprinzip findet auch bei zentraler Versorgung von Notbeleuchtungsanlagen Anwendung. Weiter hat es für die Dauerladung von Batterien der Fernsprechämter, von Signaleinrichtungen und Stellwerken bei der Reichsbahn sowie in öffentlichen Gebäuden, Warenhäusern u. dgl. große Bedeutung erlangt.

Die Deac-Stahl-Akkumulatoren, die von der Deutschen Edison-Akkumulatoren-Company G. m. b. H. ausschließlich aus deutschen Rohstoffen hergestellt werden, haben neue Anwendungsgebiete gefunden. Da die aus vernickeltem Stahl hergestellten Zellen fast unempfindlich gegen rauhe mechanische Behandlung sind, werden die Stahlakkumulatoren außer auf vielen anderen Gebieten auch im Betrieb von Elektrokarren, Schleppern, Grubenlokomotiven und neuerdings auch als Starterbatterien verwendet. Hergestellt wird der Deac-Stahl-Akkumulator als Nickel-Eisen- und als Nickel-Cadmium-Sammler, Merkmale, die für die wirksame Masse der negativen Elektroden kennzeichnend sind. Für elektrische Zugbeleuchtung als Anlasserbatterie für Dieselmotoren oder als Startbatterie für Omnibusse sowie als Zündbatterie für Explosionsrammen findet der Stahl-Akkumulator neuerdings großes Interesse. Aus Gewichtsgründen und wegen seiner einfachen Wartung leistet der Stahl-Akkumulator auch als Stromversorger transportabler Scheinwerfer für den Sicherheitsdienst, das Rettungswesen und die Feuerwehr gute Dienste.

V. Elektrische Meßtechnik.

Für die Schalttafel-Meßgeräte ist zu berichten, daß mit der Tendenz, die Schaltanlagen zu verkleinern, auch wesentlich kleinere Instrumente verlangt werden als früher verwendet wurden. In dem Bestreben, die Fläche besonders gut auszunutzen, finden nun auch in Deutschland die „Würfel-Instrumente" Eingang.

Auf dem Gebiete der Meßwandler konnte durch die Verbesserung der Nickeleisenlegierungen die Genauigkeit der Stromwandler erheblich verbessert werden, insbesondere die der Stabwandler für niedrige Stromstärken, die man wegen ihrer vollkommenen Kurzschlußsicherheit an gefährdeten Stellen den Wickelwandlern vorzieht.

Für Laboratoriumsmessungen finden die Gleichrichterinstrumente zur Messung geringer Wechselströme und Spannungen mehr und mehr Anwendung. Der Umstand, daß die verwendeten Gleichrichter auch als Photozellen verwendbar sind, hat die Durchbildung von einfachen Beleuchtungsmessern ohne Hilfsbatterie ermöglicht.

Die elektrische Meßtechnik findet zur Messung mechanischer Größen mehr und mehr Eingang, insbesondere zur Messung von Erschütterungen und Schwingungen, bei denen Vielfachmessungen und Fernmessungen erst mit elektrischen Meßgeräten ausgeführt werden konnten. Die Vervollkommnung der Wechselstrom-Hochfrequenz-Meßtechnik kommt dieser Anwendung elektrischer Meßgeräte zur Lösung mechanischer Probleme sehr zugute. Auch von den auf dem Gebiete der akustischen Meßtechnik gemachten Fortschritten hat der Maschinenbau Nutzen: es ist heute möglich, Maschinengeräusche objektiv mit Zeigerinstrumenten zu messen und allenfalls zu Forschungszwecken mit dem Oszillographen zu registrieren. Daraus hat beispielsweise die Uhrentechnik Nutzen gezogen.

Die jüngste Anwendung der Ergebnisse physikalischer Forschung auf den Betrieb ist die Messung innerer Spannungen in Werkstücken durch Röntgen-Spektroskopie. Sie kommt u. a. in Betracht zur Aufdeckung von Schäden an den Laufrädern von Dampfturbinen.

VI. Lichttechnik.

Lichtquellen: Die Entwicklungsarbeiten der letzten Jahre bezogen sich hauptsächlich auf die Leuchtröhren für Niederspannungsbetrieb mit Gas- und Dampffüllungen verschiedener Art. Nunmehr galt es, die im Laboratorium entwickelten Röhren betriebstechnisch so weit vorzubilden, daß sie den einzelnen Beleuchtungszwecken angepaßt und reihenweise hergestellt werden konnten. Sowohl mit Natriumlampen als auch mit Quecksilber-Hochdruckröhren wurden Straßenstrecken mit gutem Erfolge beleuchtet. Neben der Leistungsersparnis, die von dem hohen Wirkungsgrad dieser Lichtquellen herrührt, werden bei Verwendung des einfarbigen Natriumlichts noch weitere Ersparnisse ermöglicht, die sich im Vergleich zum Glühlampenlicht aus der besseren Erkennbarkeit der Gegenstände bei niedriger Beleuchtungstärke zu ergeben scheinen. Die Kombinationsleuchten aus Quecksilberröhren und Glühlampen, bei denen durch Mischung des blauen Quecksilberlichts mit dem gelblichen Glühlampenlicht eine tagesähnliche Lichtfarbe erhalten wird, beginnen zu Beleuchtungszwecken benutzt zu werden.

Für photographische Aufnahmezwecke ist neben der schon seit Jahren benutzten Nitraphotlampe für 500 W noch eine erheblich billigere Type für 200 W entwickelt worden, die bei entsprechend herabgesetzter Lebensdauer eine sehr hohe Lichtausbeute und damit auch starke photographische Wirksamkeit aufweist. Für Blitzlichtaufnahmen in Innenräumen führen sich die elektrischen Blitzlampen (Vacublitz) rasch ein; bei ihnen wird im Innern eines Glaskolbens eine Aluminiumfolie in Sauerstoff durch elektrische Zündung zur Verbrennung gebracht.

Anwendungsgebiete: In der Heimbeleuchtung finden die Standleuchten auch in einfachen Wohnräumen nicht nur als Schmuck-, sondern auch als Zweckbeleuchtung rasch zunehmende Aufnahme. Die Lichtreklame wird

Digitized by Google

jetzt überwiegend mit Hochspannungs-Leuchtröhren durchgeführt. Die beleuchteten Firmenschilder führen sich auch in kleinen Geschäften immer mehr ein.

Für die Beleuchtung der Kraftwagen sind neue deutsche Vorschriften über die Kurven- und Nebellichter sowie über die Schlußlichter, Stopplichter und Fahrtrichtungsanzeiger herausgekommen. Die Befeuerung der Nachtflugstrecken mit Glühlampen und Leuchtröhren wird ständig weiter ausgebaut. Bei einer Teiltagung der Internationalen Beleuchtungskommission in Zürich wurden internationale Regeln für Befeuerung der Flugplätze und der Flugstrecken besprochen.

Selbsttätige Einschaltvorrichtungen für Beleuchtungsanlagen sind mit Benutzung von Photozellen in verschiedenen Ausführungsformen entwickelt worden. Für Straßenbeleuchtungsanlagen wurden sie für verschiedene Beleuchtungstärken bei der Einschaltung und bei der Ausschaltung durchgebildet.

Lichtmessung: Die Verwendung der Photozelle für die objektive Lichtmessung hat sich weiter ausgebreitet. Die Silberselenid-Sperrschichtzellen werden hierfür jetzt vorzugsweise angewandt. Mit ihnen sind bereits eine Reihe einfacher und leicht transportabler Beleuchtungsmesser ausgebildet worden.

VII. Installationstechnik.

Die guten Erfahrungen der Praxis mit trägen Sicherungspatronen führten zu ihrer ausgedehnten Anwendung, besonders in Motorstromkreisen sowie als Vorsicherung bzw. Hauptsicherung vor Installations-Selbstschaltern, Motorschutzschaltern und Schützen, ferner auch bei Kabelnetzen mit hohen Kurzschlußleistungen in Hausanschlußsicherungen.

Die Leitsätze für „Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen unter 1000 V" klärten die Ansichten über die jeweilige Anwendung der Erdung, Nullung oder Schutzschaltung. Die neu herausgebrachten Trennschutzschalter zeigten bemerkenswerte technische Verbesserungen sowie gefällige Formen bei preiswerter Ausführung, wodurch die Anwendung der Schutzschaltung z. B. auch in Haushaltungen für elektrische Herde wesentlich gefördert wurde. Auch die Kleinspannung fand als zusätzliche Schutzmaßnahme erhöhte Anwendung.

Auf dem Gebiete der Schalter und Steckdosen ist allgemein die Umstellung auf die geltenden VDE-Vorschriften durchgeführt. Die einzelnen Systeme werden kritisch nach den sich bietenden Vorteilen gewertet, sowohl hinsichtlich der Zuverlässigkeit des einzelnen Apparates als auch der Einheitlichkeit und Vielseitigkeit im Aufbau und der Bequemlichkeit in der Montage.

Bei der Leitungsverlegung fanden Rohrdrähte auch für die Installation in industriellen Anlagen sowie in den stärkeren Querschnitten für Steigeleitungen erhöhte Anwendung, kabelähnliche Leitungen sind bis zu 10 mm² genormt, werden aber bereits bis zu Querschnitten von 25 mm² hergestellt.

VIII. Elektrische Bahnen.

Die Elektrisierung der Strecke Augsburg—Stuttgart der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft läßt eine Reihe von Neuerungen insbesondere auf dem Fahrzeuggebiet erwarten. So wird erstmalig bei Wechselstromfahrzeugen für den Stuttgarter Nahverkehr eine automatische Regelung des Anfahrvorganges benutzt werden. Bei Gleichstromfahrzeugen — z. B. bei der S-Bahn, Berlin, und bei der Hoch- und Untergrundbahn, Berlin — ist diese Form der Regelung schon seit einer Reihe von Jahren üblich. Die im vorigen Bericht erwähnten Lokomotiven der Bauart Bo-Bo mit geschweißten Rahmen und Drehgestellen gehen ihrer Fertigstellung entgegen und werden Probe gefahren. Sie werden zu einem wesentlichen Teil erstmalig mit Expansionsschaltern ausgerüstet werden. Auch andere Lokomotiven, z. B. die für das mitteldeutsche elektrisierte Bahngebiet in Aussicht genommenen Schnellzuglokomotiven 1 Co 1 für eine Stundengeschwindigkeit von 130 km, werden mit Expansionsschaltern gleicher Bauart ausgerüstet werden. Die Entwicklungsarbeiten an dieser Lokomotive 1 Co 1 sind fast beendet, der Bau ist begonnen.

Auf dem Gebiete der Wechselstromtriebwagen sind Bauformen in Aussicht genommen, die sich bei Auslegung für hohe Geschwindigkeiten (100 km/h und mehr) durch besonders geringes Gewicht auszeichnen.

Bemerkenswerte Neuentwicklungen sind auf dem Gebiete der dieselelektrischen Fahrzeuge geleistet worden. Der im vorigen Bericht erwähnte Schnelltriebwagen hat inzwischen seine Werkfahrten aufgenommen und konnte bereits bei diesen eine Stundengeschwindigkeit von 153 km in einer anhaltenden Steigung von 2 ‰ bei ungünstigen Witterungs- und Gleisverhältnissen erreichen. Die bisherigen Fahrergebnisse mit diesem Wagen gestatten die begründete Aussicht, ein gegenüber dem entsprechenden Dampfbetrieb sehr wirtschaftliches und verkehrwerbendes Fahrzeug zu erhalten. Der Wagen wird demnächst seine ordnungsmäßigen Abnahmefahrten auf der ihm zugedachten Strecke Berlin—Hamburg aufnehmen.

Der Gedanke, den Bahnstrom für Vollbahnelektrisierungen dem allgemeinen Landes-Versorgungsnetz zu entnehmen, ist weiter energisch verfolgt worden. Es steht zu erwarten, daß in nicht zu ferner Zeit umfassende Versuche auf diesem Gebiete durchgeführt werden können.

IX. Isolierstoffe.

Auf dem Gebiete der Isolierstoffe sind eine Reihe beachtlicher Fortschritte zu verzeichnen. Bei den keramischen Materialien hat sich mit dem Sinterkorund ein Stoff für hohe thermische und gleichzeitig elektrische Beanspruchungen in die Praxis eingeführt. Der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, besonders der Schlagbiegefestigkeit keramischer Stoffe, wurde allgemein erhöhtes Interesse zugewandt. Isolierpreßstoffe sind für Sonderbeanspruchungen, wie sie bei Durchführungen für öllose Hochleistungschalter auftreten, mit bestem Erfolg entwickelt worden. Aus Kunstharz-Preßstoff hat man gelernt, dünne Rohre in großen Längen herzustellen. Der Zentralverband der Deutschen elektrotechnischen Industrie hat eine neue, gegenüber der bisherigen erweiterte Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe bekanntgegeben. Bei den vergießbaren Massen ist die Gewinnung wachsartiger Produkte mit hoher Dielektrizitätskonstante als für den Kondensatorenbau wichtig zu nennen.

X. Elektrizität im Bergbau.

Die schwere wirtschaftliche Krise, von der der Bergbau im verflossenen Jahre betroffen worden ist, hat sich auch auf den Umfang neuer elektrischer Anlagen sehr hemmend ausgewirkt. Trotzdem bietet ein Bericht über die Elektrizität im Bergbau nach zwei Richtungen hin Bemerkenswertes, nämlich hinsichtlich der Inbetriebnahme wichtiger, im Jahre 1931 oder vorher bestellter Neuanlagen und hinsichtlich weiterer Erfahrungen mit etwas älteren Anlagen. Auch einige ganz neue Anlagen sind zu erwähnen.

Beim Abbau, u. zw. nicht nur im Kali- sondern auch im Steinkohlenbergbau, nimmt, veranlaßt durch die mit den bisherigen Anlagen gemachten günstigen Erfahrungen, das Bedürfnis nach ausreichender Beleuchtung immer mehr zu. Die in kurzen Abständen den Abbaustoß entlang aufgehängten Leuchten mit 60 oder mehr Watt-Lampen erhöhen die Sicherheit, erleichtern die Gewinnung der Kohle und werden außerdem mit Vorteil zum Geben von Signalen in Verbindung mit der Schüttelrutsche oder der Bandförderung benutzt. In Wettbewerb mit den vom Netz gespeisten Leuchten tritt eine neue Form von tragbaren Akkumulator-Mannschaftslampen, die außer mit einer batteriegespeisten 2 HK-Lampe noch mit einer 25 HK-Gasglühlichtlampe ausgerüstet sind[2]. Letztere erhält das erforderliche Gas dadurch, daß sie mittels eines Schlauches an eine Druckluftleitung angeschlossen wird und die zugeführte Luft, deren Druck in einem Reduzierventil auf einen geringen Betrag herabgesetzt wird, in einen Raum geleitet wird, in dem ein in Benzin getränkter Docht liegt. Wie sich derartige Lampen im rauhen Grubenbetriebe bewähren, muß abgewartet werden. Auf zwei westfälischen Steinkohlengruben sind sie versuchsweise eingeführt worden. Die Lampen sind so gebaut, daß sie als praktisch schlagwettersicher bezeichnet werden können.

In den maschinellen Abbaubetrieben, wie bei den Schrämmaschinen, den Schüttelrutschen und den Förderbändern, wird zunehmender Gebrauch von der bei elektrischem Antrieb zwanglos ausführbaren Fernbetätigung der Antriebe gemacht. Da nur Käfigläufermotoren benutzt werden, können die Schalter leicht als Schützenschalter gebaut und durch schlagwettergeschützte Druckknöpfe von betriebstechnisch günstig gelegener Stelle aus betätigt werden. Dabei sind u. a. für die unter ungünstigsten Bedingungen arbeitenden Schrämmaschinen Sicherheitschaltungen ausgebildet und praktisch erprobt worden, die weitestgehende Sicherheit gegen Störungen jeder Art durch die elektrischen Anlagen und an ihnen geben.

Die Bedenken, die behördlicherseits seit Jahren gegen die Verwendung von Fahrdraht-Grubenlokomotiven in schlagwettergefährdeten Strecken, u. zw. auch in solchen Strecken, die im frischen Wetterstrom liegen, geltend gemacht worden sind, bestehen nach wie vor. Sie werden

[2] Vgl. Glückauf 1932, S. 1057.

Digitized by Google

hauptsächlich mit der wenn auch meistens nur entfernten Möglichkeit begründet, daß Strecken, die für gewöhnlich schlagwetterfrei sind, bei Unregelmäßigkeiten im Abbau plötzlich Schlagwetter führen können. Die Zulassung neuer Anlagen stößt daher immer wieder auf Schwierigkeiten. Um so beachtenswerter sind die günstigen Ergebnisse, die auf der Zeche Minister Stein mit einer Fahrdraht-Akkumulatorlokomotive gemacht worden sind, die im größeren Teile ihres Arbeitsbereiches als Fahrdrahtlokomotive, in dem kleineren schlagwettergefährdeten Teile als Akkumulatorlokomotive zu arbeiten vermag. Auch die betriebstechnisch und wirtschaftlich günstigen Ergebnisse, die dauernd bei der reinen Akkumulatorlokomotive zu verzeichnen sind, verdienen Beachtung und weisen darauf hin, daß sie eine Lokomotivform bildet, gegen deren Schlagwettersicherheit keinerlei Bedenken berechtigt sind.

Von den im Kalibergbau unter Tage benutzten elektrischen Anlagen bewähren sich nach wie vor die Säulendrehbohrmaschinen und die Schrapperantriebe in erster Linie. Ihre Leistungsfähigkeit ist bei den Bohrmaschinen durch Verwendung von Schneiden mit dem Kruppschen Widia-Stahl, bei den Schrapperantrieben durch Verwendung von Kurzschlußläufermotoren bis 70 kW weiter gesteigert worden, so daß auch hier der elektrische Antrieb als brauchbarstes Hilfsmittel bei der Mechanisierung sich bewährt hat.

Von den Bergwerksbetrieben über Tage sind neben den Hauptschacht-Fördermaschinen, was den elektrischen Antrieb angeht, hauptsächlich die Antriebe in den Separationen und den Wäschen auf Kohlebergwerken sowie in den Mühlen und den Chemischen Fabriken auf Kalibergwerken bemerkenswert. Die in den letzten Jahren im Bau von Käfigläufermotoren gemachten Fortschritte haben dazu geführt, daß bei den neuesten Anlagen der Schleifring-Läufermotor in derartigen Betrieben fast gänzlich durch den Käfigläufermotor ersetzt worden ist. Seine Verwendung, u. zw. je nach Bedarf Wirbelstromläufer- oder Doppelstabläufermotor, hat eine weitgehende Verwendung des Einzelantriebes ermöglicht. Eingehende Versuche und im Betriebe gesammelte Erfahrungen haben gezeigt, daß das von diesen Motoren entwickelte Anfahrmoment bei fast allen in Frage kommenden Arbeitsmaschinen ausreicht, um ohne besondere Hilfsmittel Einzelantrieb durchzuführen. Der letztere ermöglicht, ähnlich wie bei den auch mit Käfigläufermotoren arbeitenden Maschinen im Abbau unter Tage, das Unterbringen der Hauptschalter außerhalb der eigentlichen Werksräume in besonderen Schalträumen und ihre Fernbetätigung mit Hilfe einfacher Druckknöpfe von Stellen aus, die für den Betrieb günstig liegen. Die dadurch gegebenen Vorteile wiegen die Notwendigkeit sorgfältiger Überwachung der Schützenschalter usw. in vollem Maße wieder auf.

Als besonders zweckmäßig hat sich der Einzelantrieb durch Käfigläufermotoren auch bei Kompressoren erwiesen. Er hat es bei ihnen ermöglicht, durch Verbindung eines Elektroaussetzreglers mit dem Druckluftsammler eine selbsttätige Regelung auszubilden, bei der die Erzeugung von Druckluft dem auf einer Grube dauernd wechselnden Bedarf angepaßt wird. Dabei sind wohl in erster Linie Doppelnutmotoren zur Anwendung gekommen[3].

Als größte auf einem Steinkohlenbergwerk arbeitende Übertageanlage sind die Separationen und Kohlewäschen der Steinkohlengewerkschaft Zollverein, Schacht 11/12, bei Essen, die zu den Vereinigten Stahlwerken gehört, zu erwähnen. Diese Anlagen sind Anfang 1932 in Betrieb gekommen. Es arbeiten dort über 200 Käfigläufermotoren, meistens mit Wirbelstromläufern; die Mehrzahl ist in Einzelantrieb mit den Arbeitsmaschinen verbunden. Sie werden durch Schützenschalter betätigt, die in besonderen Schalträumen untergebracht sind und mit Hilfe von Druckknopfschaltern von den Motoren oder von Stellen, die durch den Betrieb gegeben sind, betätigt werden. Die betriebstechnischen und wirtschaftlichen Vorteile dieser Anlagen gegenüber den älteren mit umfangreichen Transmissionen arbeitenden sind ganz erheblich.

Die Neuanlagen auf Zollverein Schacht 11/12 sind auch deshalb beachtenswert, weil die dort arbeitenden beiden Hauptschacht-Fördermaschinen die größten elektrischen Fördermaschinen in Europa sind[4]. Sie sind für eine Teufe von 750 m und eine stündliche Fördermenge von 410 t, entsprechend einer effektiven stündlichen Schachtarbeit von 307,5 Schtkm gebaut worden und Anfang 1932 in Betrieb gekommen. Sie sind in Leonardschaltung mit schwungradlosem Umformer ausgeführt worden. Trotz der dabei unvermeidlichen erheblichen Ungleichheiten im Energieverbrauch hat der Anschluß an das Netz des RWE zu keinerlei Schwierigkeiten Anlaß gegeben.

Noch eine andere bemerksenwerte Hauptschacht-Fördermaschine ist 1932 in Betrieb gekommen, nämlich auf der ostoberschlesischen Schachtanlage Skarboferme. Es ist die größte bis jetzt in Europa auf einem Steinkohlenbergwerk ausgeführte Gefäßförderanlage. Sie arbeitet mit einer Nutzlast von 10 t je Zug. Die zum Füllen wie auch zum Entleeren der mit Bodenentleerung ausgeführten Fördergefäße erforderlichen Zeiten konnten bis auf etwa 8 s herabgesetzt werden. Bei einer Gestellförderung würden Pausen von 40 bis 60 s erforderlich sein. Diese wesentliche Kürzung der Pausen, die durch Verwendung einer Gefäßförderung an Stelle einer Gestellförderung ermöglicht wird, führt, da für den eigentlichen Förderzug bei gleicher stündlicher Fördermenge eine längere Zeit zur Verfügung steht, zu der Möglichkeit, mit einer kleineren Fördermaschine auszukommen und die billigere Drehstrom-Fördermaschine auch in solchen Fällen noch zu verwenden, in denen bisher die Gleichstrom-Fördermaschine mit Leonard-Schaltung erforderlich war. So wirkt sich die Gefäßförderung auch günstig auf die Ausbildung der Fördermaschine selbst und auf den Energieverbrauch, also damit auch auf die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Antriebes überhaupt aus.

XI. Elektrowärmetechnik.

Elektrowärme im Haushalt. Neben den verschiedensten Kleingeräten hat vor allem die Einführung des elektrischen Kochens im vergangenen Jahr ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Die Zahl der Küchen stieg um 70 %, so daß heute schon über 100 000 Haushaltungen elektrisch kochen. Die Konstruktionen der Herde wurden weiter vereinfacht; es wurden Herdformen mit untenliegendem Bratrohr und Gußmulden unter den Kochplatten bevorzugt. Hervorzuheben ist der Übergang zu doppelpoliger Schaltung der Kochplatten und zu Bratröhren mit geringer Wärmekapazität, die durch Verwendung von Luft als Isolationsmittel erzielt wurde. Auch Heißwasserspeicher finden weiter gute Verbreitung. Bei schwankendem Heißwasserbedarf werden heute mit Tagstrom beheizte Kleinspeicher (z. T. mit Doppelheizelementen) verwendet, da diese sich den jeweiligen Verhältnissen leichter anpassen.

Elektrowärme im Gewerbe. Neben den verschiedensten Anwendungen der Elektrowärme im holz- und metallverarbeitenden Gewerbe ist auf die Entwicklung der elektrischen Vulkanisiergeräte hinzuweisen. Ferner haben sich elektrische Setzmaschinenheizungen besonders gut bewährt, so daß heute schon über 10 000 Maschinen in Deutschland hiermit ausgerüstet sind. In dem Nahrungsmittelgewerbe ist über gute Fortschritte bei der Einführung der elektrischen Großküchen zu berichten (30 % Zuwachs in einem Jahr). Auch in angestrengtesten Großbetrieben haben sich die Gerätekonstruktionen bestens bewährt. Für Bäckereien und Konditoreien ist die Entwicklung eines neuen elektrischen Wärmespeicherbackofens mit Stahlskelettbau von Wichtigkeit, da der Ofen anpassungsfähiger ist und sich durch geringen Stromverbrauch (etwa 25 % Minderverbrauch) auszeichnet. Groß-Kaffeebereitungsanlagen wurden der Eigenart der elektrischen Beheizung angepaßt und haben gute Verbreitung gefunden. Im Gartenbaubetrieb findet elektrische Heizung immer mehr Anwendung, vor allem als Bodenheizung in sog. Anzucht- und Vermehrungsbeeten, sowie zur Topfpflanzenzucht und als Luftheizung besonders in Kaltwasserhäusern.

Elektrowärme in der Industrie. Elektrische Öfen für Widerstandsbeheizung fanden in den verschiedensten Industrien, vor allem zum Glühen und zur Qualitätsverbesserung, Anwendung. Durch Sonderkonstruktionen gelang es auch, elektrische Öfen für hohe Temperaturen (über 1100 °) zu bauen. Die Anwendung der Elektroschweißung hat besonders im Hoch- und Brückenbau große Fortschritte gemacht, nachdem durch Herausgabe von Richtlinien für die Ausführung geschweißter Bauten geeignete Grundlagen für die behördliche Abnahme geschaffen sind. Im Elektromaschinenbau, Maschinenbau, Werkzeugmaschinenbau und Fahrzeugbau haben sich elektrisch geschweißte Konstruktionen an Stelle von gegossenen oder genieteten Ausführungen immer mehr eingeführt. Auch im Dampfkesselbau gewinnt die Lichtbogenschweißung neuerdings Raum durch Ausführung besonderer Qualitätsschweißungen. Elektroschweißung fand in der Maschinen- und Apparateindu-

[3] Elektrizität im Bergbau 1932, S. 72.
[4] ETZ 1930, Heft 36.

Digitized by Google

strie, vor allem aber beim Hoch-, Brücken- und Schiffbau (insbesondere bei den Neubauten der Reichsmarine) weitgehende Anwendung.

Ein interessantes Gebiet der Elektrowärmeanwendung entwickelte sich für die Erzeugung von Kälte aus Wärme durch die Ausbildung von vollautomatischen, deutschen Kühlschränken nach dem Absorptionssystem. Diese fanden wegen ihres einfachen Aufbaues (ohne bewegte Teile) und wegen ihrer einfachen und billigen Betriebsweise mit Nachtstrom erhebliche Beachtung.

(Schluß folgt.)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Bekanntmachung.
Kommission für Drähte und Kabel.

Die Kommission veröffentlicht nachstehend einen Entwurf zu Änderungen bzw. Ergänzungen von §§ 5, 14 und 15 in

VDE 0250
„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L.".

Diese Änderungen bzw. Ergänzungen der V.I.L. sollen dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 10. Mai 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Drähte und Kabel.
Entwurf 1.

Änderungen bzw. Ergänzungen von §§ 5, 14 und 15 in VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.".

Gültig ab 1. Januar 1934[1].

§ 5.

Unterscheidung der Adern von Mehrfachleitungen.

Der 2. und 3. Absatz werden, wie folgt, geändert:

„Die zur Kennzeichnung verwendeten Farben sollen sein:

2 Adern: hellgrau-schwarz,
3 Adern: hellgrau-schwarz-rot,
4 Adern: hellgrau-schwarz-rot-blau,
5 Adern: hellgrau-schwarz-rot-blau-schwarz.

Als Nulleiter ist die hellgraue Ader, als Schutzleitung die rote Ader zu verwenden."

Hinter § 14 wird ein neuer § 14 a) eingeschoben, der folgenden Wortlaut hat:

„§ 14 a).

Besonders leichte Gummischlauchleitungen für kleine Stromverbraucher (Elektrouhren, Tischlampen, Rundfunkgeräte, Handgeräte für geringe mechanische Beanspruchungen).

Bezeichnung NLG (mit äußerer Beflechtung)
Nennspannung 250 V.

Gummischlauchleitung NLG ist nur mit mehrdrähtigem Leiter im Querschnitt von 0,75 mm² als Zweifachleitung zulässig. Der Kupferleiter besteht aus Drähten von höchstens 0,15 mm Durchmesser, die zusammengedreht sind. Der Kupferleiter ist mit Baumwolle dicht besponnen und mit einer vulkanisierten Gummihülle von 0,4 mm Wanddicke umgeben.

Zwei solcher Adern sind verseilt und mit Gummi so umpreßt, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Gummimantel 0,6 mm dick ist. Die Gummiadern dürfen mit dem gemeinsamen Gummimantel nicht fest verbunden sein, sondern müssen bewegbar in ihm liegen. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß mechanisch fest und widerstandsfähig sein und einen Rohgummigehalt von mindestens 33,3 % haben; sie braucht jedoch nicht den Vorschriften über die Zusammensetzung der Gummihülle nach § 3 zu entsprechen.

Über dem gemeinsamen Gummimantel muß eine Beflechtung aus Baumwolle, Glanzgarn, Seide oder dgl. aufgebracht werden."

Begründung für die Einführung der neuen Leitungsart:

Für sehr kleine Stromverbraucher mit geringem Gewicht ist das Bedürfnis entstanden, eine Zuleitung nach Art der Gummischlauchleitung zu erhalten, die einen geringeren Durchmesser und ein geringeres Eigengewicht als die bisherige NLHG-Leitung hat. Die neuen Schnüre NLG sind nur als zweiadrige Leitungen zulässig. Sie können daher nicht in solchen Fällen benutzt werden, wo eine Schutzleitung benötigt wird. Es ist indessen zur Verringerung der Typenzahl in Aussicht genommen, die Typen NLH bzw. NLHG künftig fortfallen zu lassen und mit der Type NMH zusammenzulegen. Hierbei soll dann bei den Querschnitten 0,75 mm² und 1 mm² der Aufbau der Type NMH etwas schwächer gehalten werden als bisher und dessen Querschnitt 0,75 mm² an die Stelle der Type NLH treten.

In § 15 wird in der Überschrift das Wort „Tischlampen" gestrichen.

[1] Angenommen durch ..... 19...

SITZUNGSKALENDER.

Dresdner Elektrotechnischer Verein. 27. IV. 1933, abds. 7¾ h, gr. Saal des El. Inst. der T. H., Helmholtzstr. 9: a) Vortrag Dr. phil. Leistner, „Der heutige Stand der Röntgentechnik". b) Bericht Dr. phil. Leistner, „Elektrochirurgie mit hochfrequenten Strömen." c) Bericht Dr. phil. nat. Schaefer, „Kurzwellen-Diathermie". (M. Lichtb. u. Vorführ.)

Elektrotechn. Verein Düsseldorf. 27. IV. 1933, abds. 8 h, Haus der „Gesellschaft Verein", Steinstr. 10/16: Vortrag Dipl.-Ing. Kraut (SSW): „Der dieselelektrische Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft".

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 3. V. 1933, abds. 8 h, Hörsaal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Dr. F. Bartel, Berlin, „Das Pumpspeicherwerk Waldeck der Preußischen Elektrizitäts-A. G.".

Oberrhein. Elektrotechn. Verein, Karlsruhe. 4. V. 1933, abds. 8 h, „Moninger"-Gartensaal: Vortrag Reg.-Baum. Stöhr: „Stromrichter (techn. Grundl. u. Anwend.)".

Elektrotechn. Verein München. Der am 26. IV. 1933 von Herrn Dr. Kesselring zu haltende, in Heft 16 angekündigte Vortrag lautet „Der Expansionsschalter".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnungen. — Die Société française des Électriciens verlieh ihre höchste Auszeichnung, die Medaille Mascart, für 1933 an Herrn Paul Boucherot, dem die Elektrotechnik wertvolle theoretische und praktische Arbeiten vorwiegend auf dem Gebiete des Elektromaschinenbaus verdankt. — Die Lamme Medal des American Institute of Electrical Engineers[1] wurde für das Jahr 1932 Herrn Dr. Edward Weston, dem Gründer der Weston-Electrical Instrument Corp. verliehen, u. zw. für seine hohen Verdienste um die Schaffung von Präzisions-Meßgeräten. E. Weston ist 83 Jahre alt; er verließ schon früh seine englische Heimat und beteiligte sich in Amerika maßgebend an der Entwicklung der Dynamomaschinen, der Bogenlampen und vor allem der elektrischen Meßtechnik. Zahlreiche Ehrungen haben ihm den Dank der Fachwelt zum Ausdruck gebracht[2].

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 374.
[2] S. a. ETZ 1915, S. 194.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Verschleifung von Wanderwellen durch Kettenleiter.

Unter dieser Überschrift hat W. KRUG in der ETZ 1932, S. 627, kathodenoszillographische Untersuchungen an dem Ferranti-Stoßwellenschlucker veröffentlicht, aus denen hervorgeht:

a) Die vom Erfinder hinsichtlich ihrer Schutzwirkung besonders betonten Sekundär- und Wirbelströme[1] haben keinen großen Einfluß auf die Schutzwirkung des Stoßwellenschluckers.

b) Dasselbe gilt von der von anderer Seite[2] angenommenen magnetischen Wirkung des Eisenmantels.

c) Dagegen wird die auf Grund früherer Spulenuntersuchungen geäußerte Erwartung[3] vollkommen bestätigt, daß nämlich die Spule durch die Vergrößerung der Erdkapazität in ihrem Verhalten gegen Sprungwellen der Doppelleitung angenähert und hierdurch die stirnverschleifende Wirkung der Anordnung herabgesetzt wird. Gegenüber dieser Wirkungs*verminderung* spielt die infolge der restlichen Windungsverkettung noch verbleibende Stirnverschleifung, die übrigens ebenfalls durchaus den früheren Ergebnissen an Spulen entspricht[4], eine um so geringere Rolle, je ausgeprägter die Wirkung der Querkapazität ist.

d) KRUG kommt in seiner Zusammenfassung zu der Schlußfolgerung, daß ein Kettenleiter der Bauart Ferranti ein *besserer Verschleifung*schutz sei als eine gewöhnliche Drosselspule. Diese Behauptung ist meines Erachtens unzutreffend[5], u. zw. aus folgenden Gründen:

1. Die Wirkung des Ferrantischutzes, Bauart D im Zuge der Leitung entspricht nach den eigenen Angaben KRUGs der Wirkung einer Drosselspule von 0,15 mH. Sie beträgt also nur rd. $^1/_{30}$ ··· $^1/_{200}$ der Wirkung der in Deutschland üblichen, d. h. vom VDE als Mindestwerte angegebenen Induktivitäten (5 ··· 30 mH).

2. Der Eisenmantel verringert offensichtlich die Schutzwirkung der Spule im Leitungszug. Bei 50 Hz entspricht der Schutz einer Induktivität von 1,7 mH, bei Stoßbeanspruchung nur von 0,15 mH. Es ist nicht einzusehen, worauf diese bei üblichen Schutzspulen, z. B. den Flachdrosselspulen, nicht vorhandene Verringerung auf weniger als $^1/_{10}$ zurückzuführen wäre, wenn nicht auf den Metallmantel.

3. Die von KRUG diskutierte Schutzwirkung am offenen Leitungsende hat praktisch kein Interesse, sondern die vor Transformatoren. Diese sind aber infolge ihrer Eingangskapazität auch in Ausläuferstationen keineswegs mit einem offenen Leitungsende identisch. Es ist deshalb auch die Annahme KRUGs, daß in diesem Falle „eine auch noch so große Drosselspule völlig versagen" müsse, unzutreffend und für einen Vergleich von Drosselspule und Ferrantischutz durchaus unbrauchbar. In den Leitsätzen des VDE für den Schutz gegen Überspannungen heißt es ausdrücklich: „Die Spule schützt gegen Sprungwellen durch das Zusammenwirken ihrer Induktivität mit der Erdkapazität des Transformators . . .". Man rechnet allgemein mit einer Transformator-Eingangskapazität von rd. 100 µµF. Nimmt man eine Wirkungsweise des Ferrantischutzes nach der KRUGschen Ersatzschaltung[6] mit den dort angegebenen Zahlenwerten an, so würde die Transformatorkapazität durch die Ersatzkapazität des Schutzes auf das 23fache erhöht, die wirksame Induktivität des Schutzes bei Stoßbeanspruchung dagegen auf $^1/_{45}$ der Induktivität bei 50 Hz herabgesetzt[7]. Die Kapazitätserhöhung durch den Metallmantel ist somit durch die zwangläufig damit verbundene Induktivitätsverminderung mehr als kompensiert. Bei der vorstehenden Betrachtung ist die Wirkungsweise des Ferrantischutzes in der KRUGschen Ersatzschaltung zugrunde gelegt. Aber auch bei einer anderen, den Zwischenleitungscharakter des Schutzes stärker betonenden Betrachtungsweise kommt man praktisch zu demselben Ergebnis, daß nämlich *selbst in dem für die Spule ungünstigsten Falle die von KRUG behauptete Überlegenheit des Ferrantischutzes über die Spule als Verschleifungsschutz keineswegs vorhanden ist.*

4. Die Wirkung gegenüber den Transformator-Eingangschwingungen und den damit verbundenen Spannungserhöhungen an den Transformatorklemmen hat der Ferrantischutz mit allen Schutzspulen *kleiner* Induktivität und mit den Zwischenkabeln, denen er seiner Wirkungsweise offenbar am nächsten steht, gemein. Sie ist also keineswegs ein besonderer Vorteil des Kettenleiters. Im übrigen spielen die durch Schutzspulen hervorgerufenen Eingangschwingungen und Spannungserhöhungen kaum mehr eine Rolle als Überspannungsgefahr, da man genügend Wege kennt, sie in einfacher Weise zu vermeiden.

5. Für die Beurteilung eines neuartigen Überspannungschutzes ist es wesentlich zu wissen, welchen Nutzen er auf Gebieten verspricht, auf denen die bereits vorhandenen Schutzmittel versagen. Die bisherigen Veröffentlichungen lassen nicht erkennen, worin dieser besondere Vorteil des Ferrantischutzes im Vergleich zu den bekannten Anordnungen zur Stirnverschleifung, den Spulen, Zwischenkabeln und Kondensatoren bestehen soll.

München, 2. VII. 1932. *E. Flegler.*

Erwiderung.

Der Zweck meines Aufsatzes bestand nicht etwa darin, lediglich Vorteile des Ferranti-Schutzes zur Darstellung zu bringen. Bei den verschiedenen, sich vielfach widersprechenden Urteilen und Ansichten über diesen Schutz erschien es vielmehr nützlich, das Verhalten des Ferranti-Schutzes an sich auf Grund von kathodenstrahl-oszillographischen Messungen darzustellen. So erklärt es sich, daß der Schutz sowohl im Zuge einer Leitung als auch am offenen Ende untersucht wurde, weil diese beiden Fälle ein besonderes theoretisches Interesse besitzen und die Konstanten des Schutzes daraus leicht ermittelt werden können. Ich stimme mit Herrn FLEGLER völlig darin überein, daß praktisch nur die Verwendung vor Transformatoren und dergleichen Apparaten in Frage kommt. Hierfür sind natürlich eine ganze Reihe von Gesichtspunkten, insbesondere *Verschleifung und Verhütung von Aufstau* entscheidend. Hinsichtlich beider Forderungen würde der Ferranti-Schutz steilen Wellen gegenüber genügen; die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit gehen aus meinem Aufsatz klar hervor. Die Meinungen über die Notwendigkeit eines Verschleifungsschutzes sind aber noch so geteilt, daß hierzu im Rahmen der vorgelegenen Aufgabe keine Stellung genommen werden konnte.

Freiberg, 5. IX. 1932. *W. Krug.*

[1] E. T. *Norris*, ETZ 1930, S. 1597.
[2] G. *Benischke*, ETZ 1931, S. 461.
[3] E. *Flegler*, ETZ 1930, S. 76.
[4] Vgl. z. B. K. W. *Wagner*, ETZ 1916, S. 440, Abb. 19; E. *Flegler*, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 47, Abb. 14 u. S. 49.
[5] Vgl. a. ETZ 1931, S. 462.
[6] ETZ 1932, S. 629, Abb. 7.
[7] Diese Induktivitätsverminderung ist gerade eine wesentliche Folge des verwendeten Metallzylinders. (Vgl. Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 49.)

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Glimmlampe und ihre Schaltungen, ein vielseitiges Werkzeug des Elektrikers. Von Prof. Dr. F. *Schröter*. 3., verb. Aufl. Mit 39 Abb. u. 63 S. in 8°. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1932. Preis geh. 2,40 RM.

Das bekannteste Anwendungsgebiet der Glimmlampe ist wohl die Lichtreklamebeleuchtung. Nicht damit aber befaßt sich das vorliegende kleine Buch, sondern mit den für Physiker und Ingenieure weit interessanteren vielseitigen Möglichkeiten, die Glimmlampe auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften als Anzeige-, Meß- und Schaltgerät zu verwenden. Das Leuchten der Glimmlampe spielt nur bei einem Teil der Anwendungen eine Rolle, so in denen als Spannungsanzeiger, Synchronoskop, Stroboskop, Oszillograph und für Tonfilm und Fernsehen. In anderen Fällen wirkt sie als trägheitsloser Schalter, so z. B. bei der Erzeugung von Schwingungen, als Gleichrichter, Stabilisator und Glimmrelais, wobei sie oft die umständlichere Glühkathodenröhre zu ersetzen vermag. Selbst als unmittelbarer Strahlungsmesser läßt sie sich gebrauchen.

Der Verfasser gehört zu den ältesten Fachleuten auf dem vorliegenden Gebiet und spricht fast durchweg aus eigener Erfahrung. Die Darstellung ist einfach und klar; von Mathematik wird nur wenig Gebrauch gemacht, so daß jeder Techniker ohne Schwierigkeiten folgen kann. Wie gedrängt der Inhalt ist, mag daraus ersehen werden, daß der recht wichtigen Anwendung der Glimmlampe beim Tonfilm kaum eine Seite gewidmet werden konnte.

W. Burstyn.

Digitized by Google

Die elektrische Schulausrüstung. Anhang: Die Glühlampe im Bildwerfer und im optischen Versuch. H. 12 der Mitt. d. Preußischen Hauptstelle f. den naturwissenschaftl. Unterr. Von Dr. W. Volkmann. Mit 37 Abb. u. 95 S. in gr. 8°. Verlag von Quelle & Meyer, Leipzig 1930. Preis geh. 4,80 RM.

Das Buch veranschaulicht die Aufgaben und die Ausführungsformen elektrischer Schulausrüstungen. Dabei werden die Vor- und Nachteile der sachlichen Hilfsmittel für den Unterricht und die gebräuchlichen Apparaturen ausführlich besprochen und den Verwendungsbereich erweiternde Anregungen gegeben. Wenn der Verfasser auch darauf verzichtet, neue pädagogische Wege zur Verbesserung des Lehrerfolges aufzuzeigen, so könnte der durch das Experiment eindrucksvoller gestaltete Schulunterricht doch aus der Anschauungsmethode, wie sie jetzt in der praktischen Technik mit Erfolg angewandt wird, vielleicht hie und da Nutzen ziehen. Auf der Hauptschalttafel z. B. könnte die Leitungsführung durch farbige Zeichnung kenntlich gemacht, bei verwendeten Widerständen die Drahtlängen und Querschnitte erkennbar, bei Motoren Wickelsinn und Leitungsführung durch Farbe und Pfeilrichtung veranschaulicht werden. Auch auf möglichst einfache und übersichtliche Gestaltung der Versuchsanordnung, auf Erziehung zur Selbständigkeit bei der Vorbereitung von Versuchen usw. wäre Wert zu legen. Handelsübliche Maschinen und Apparate sind der gedrungenen, sparsamen Bauweise wegen meist unübersichtlich und darum für Schulversuche weniger geeignet. In dieser Richtung wäre das Buch vielleicht noch ergänzungsfähig. K. Elbel.

Der Verkaufswert industrieller Unternehmungen unt. bes. Berücks. des ideellen Firmenwertes (Goodwill). Mit Beispielen aus der Praxis. Von E. Axer. Mit 35 S. in 8°. Verlag Georg Siemens, Berlin 1932. Preis kart. 2 RM.

Die vorliegende Schrift ist ein Musterbeispiel für die Zusammenarbeit des Juristen mit dem Ingenieur. Es wird hier ein Thema behandelt, das im Hinblick auf die Neuregelung der Aktienrechtsnovelle von außerordentlicher Tragweite ist, nämlich die Behandlung des Geschäftswertes (Goodwill), u. zw. nach der Richtung des Verkaufswertes. Diese Frage ist für das neue Aktienrecht deshalb von großer Bedeutung, weil der Geschäfts- und Firmenwert als solcher nur dann in der Bilanz aktiviert werden kann, wenn er von anderer Seite erworben ist. Übersteigt in diesem Falle die für die Übernahme des Unternehmens bewirkte Gegenleistung die Werte der einzelnen Vermögensgegenstände des Unternehmens im Zeitpunkt der Übernahme, so darf der Unterschied gesondert unter die Aktiven aufgenommen werden. Der eingesetzte Aktivposten ist durch angemessene jährliche Abschreibungen zu tilgen. Die Schrift ist insbesondere deshalb bedeutungsvoll, weil die in ihr verarbeiteten Beispiele sämtlich der Praxis entnommen sind und auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse gewissermaßen eine Mathematik des Goodwill darstellen, die auch für die Finanzierung von Unternehmungen überaus wertvoll ist. Von besonderem Interesse ist noch die Darstellung des Erwerbs von Firmen- und Geschäftswerten durch eine Anzahl von Gesellschaften. B. Blau.

Repertorium der physikalischen Chemie. Von Dr. H. Zeise. (Teubners mathematische Leitfäden Bd. 32.) Mit 48 Fig. i. Text, VI u. 215 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1931. Preis kart. 8 RM.

Wer sich über die heutigen Anschauungen der „chemischen Physik" (die Chemie selber tritt zurück) kurz und sachgemäß unterrichten will, möge sich dies Büchlein kaufen! In den ersten 60 Seiten zeigt der Verfasser, wie aus der Enträtselung der Spektren sich die eigenartigen Aufbauten der Atome und Moleküle ergeben. Naturgemäß muß er vielfach sich begnügen, die Ergebnisse mitzuteilen und ihre Herleitung anzudeuten. Im zweiten Teil „Thermodynamik" werden die beiden klassischen Hauptsätze und das Nernstsche Theorem (sog. 3. Hauptsatz) samt ihren Folgerungen behandelt. Es folgen Abschnitte über Gase, Flüssigkeiten und feste Körper, über Reaktionskinetik, Gasgleichgewichte, Photochemie, Lösungen von Nichtelektrolyten und Elektrochemie. Überall bin ich dem Verfasser gern gefolgt; aber sobald er auf den letzten Seiten auf technische Dinge kommt, da wird's holperig. Der Vorteil des alkalischen Akkumulators liegt nicht in geringerem Gewicht (für gleiche Leistung wiegt er nicht weniger als z. B. eine Starterzelle), sondern in seiner Unempfindlichkeit gegen rauhe Behandlung. Auch die Bemerkungen über Alkalichloridelektrolyse hätte er ruhig fortlassen sollen. Solche Dinge liegen dem Verfasser zu fern. K. Arndt.

Die elliptischen Funktionen von Jacobi. Fünfstellige Tafeln, m. Differenzen, von sn u, cn u, dn u mit den natürlichen Zahlen als Argument, nach Werten von m ($= k^2$) rangiert, nebst Formeln u. Kurven. Von Prof. L. M. Milne-Thomson. Mit XIV u. 69 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 10,50 RM.

Während die Theorie der elliptischen Funktionen längst einen großartigen Ausbau erfahren hatte, war man für die Zahlenwerte bis vor kurzem auf die alten umfangreichen Tafeln angewiesen, die Legrendre 1816 für die elliptischen Integrale berechnet und herausgegeben hat (Abdruck 1931 bei Wittwer). Erst 1922 erschienen Neuberechnungen, u. zw. gleich von zwei Seiten: 1. In der amerikanischen Formelsammlung von Adams Tafeln der Theta-Funktionen einer reellen Veränderlichen, die Oberst Hippisley auf Veranlassung von Sir Greenhill berechnet hat. 2. Von Nagaoka und Sakurai berechnete Tafeln der vollständigen elliptischen Integrale, der Theta-Nullwerte usw., in denen nicht der Legendresche Modularwinkel Θ als unabhängige Veränderliche gewählt ist, sondern $k^2 = \sin^2 \Theta$. Jetzt legt uns Milne-Thomson in einem kleinen Bändchen zum erstenmal Tafeln der eigentlichen elliptischen Funktionen selbst vor, nämlich der Jacobischen Funktionen sn u, cn u, dn u mit dem Modul k^2, u. zw. für reelles u und k^2. Die Kurven, die diese Funktionen darstellen, sehen fast wie gewöhnliche Sinuslinien aus. Die Funktionswerte sind mit fünf geltenden Stellen angegeben, die Schrittgröße ist 0,01 für u und 0,1 für k^2. Die vollständigen elliptischen Integrale sind mit sieben Dezimalen angegeben. Die Tafeln nehmen 69, die Formeln 14 kleine Oktavseiten ein.

Zu diesen Funktionswerten kann man auch dadurch gelangen, daß man bei Legendre rückwärts zu $u = F$ den Winkel $\varphi = \text{am}\, u$ aufschlägt und darauf in einer der verbreiteten Tafeln der Kreisfunktionen $\sin \varphi$ und $\cos \varphi$. In vielen Fällen wird es aber bequemer sein, jetzt die gesuchten Werte der neuen Tafel mit einem Schlage zu entnehmen. Deshalb wird das neue Werkchen, das auch vorzüglich gedruckt ist, als wirkliche Bereicherung anerkannt und willkommen geheißen werden. Bedauerlich bleibt nur der fast prohibitiv wirkende Preis: 10,50 RM für 83 Seiten mit 10 · 17 cm Satzspiegel!

Praktische Aufgaben führen aber oft genug auf elliptische Funktionen einer komplexen Veränderlichen, auch mit komplexem Modul. Für solche Fälle kann man nicht gut Tafeln aufstellen, weil man drei oder gar vier (reelle) unabhängige Veränderliche hat und die Tafeln deshalb mehrere Eingänge haben müßten. Doch lassen sich die elliptischen Funktionen als Quotienten aus zwei trigonometrischen (sog. Theta-) Reihen darstellen, und weil diese Reihen äußerst stark konvergieren, genügt es, von jeder Reihe nur zwei Glieder auszurechnen. (Klein-Sommerfeld, Kreisel, S. 447 und 451.) Für solche Fälle kann man also keine Tafeln anbieten, braucht aber auch keine. Fritz Emde.

Grundzüge des Versicherungswesens. Von Dr. phil. Dr. jur. A. Manes. 5., veränd. u. erw. Aufl. Mit IV u. 204 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1932. Preis geh. 4 RM, geb. 5 RM.

Eine Schrift von Manes bedarf keiner Empfehlung. Es ist die besondere Gabe dieses universellen Versicherungsfachmannes, die Darstellung schwieriger theoretischer Versicherungsfragen stets mit der Praxis des Versicherungswesens zu verbinden. So ist auch diese Schrift „angewandtes Versicherungsrecht". Sie enthält eine Darstellung der versicherungsrechtlichen Grundbegriffe, der Organisation, des Versicherungsbetriebes, der Versicherungspolitik und der Versicherungswissenschaft. In ihrem zweiten Teil enthält die Schrift eine Darstellung der einzelnen Versicherungszweige, eingeteilt in die großen Gruppen Güterversicherung und Personenversicherung. Die Güterversicherung ist wiederum unterteilt in Sachversicherung (Transport-, Feuer-, Hagelversicherung) und Vermögensversicherung (Haftpflicht-, Kredit-, Betriebsverlust- und Rückversicherung). Die Unterteilung der Personenversicherung in Individual- und Sozialversicherung ist ein besonderes Verdienst des Verfassers, der damit eine klare Grenzziehung dieses umfangreichen Versicherungsgebietes geschaffen hat. Von besonderem Interesse für die Elektrizitätswirtschaft ist die Darstellung über die verschiedenen Arten der Maschinenversicherung, die unterteilt wird in Maschinenversicherung in engerem Sinne, Dampfkesselversicherung, Elektrizitätsversicherung, Ver-

Digitized by Google

sicherung der Folgen aus Unterbrechung des elektrischen Stromes, Montageversicherung, Kleinmaschinenversicherung. Auch die in Amerika als Unterarten der Maschinenversicherung betriebene Schwungradversicherung und Dampfturbinenversicherung wird erwähnt. B. Blau.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 1. Vierteljahr 1933[1]. — Während des 1. Vierteljahres 1933 blieben die Metallpreise fast unverändert. Soweit Preisbewegungen erfolgten, hielten sie sich in engsten Grenzen. Diese unbeweglichen Preise kennzeichnen am besten den Zustand der Metallmärkte: Geschäftstille bei nur geringer Nachfrage seitens der Industrie. Es scheint

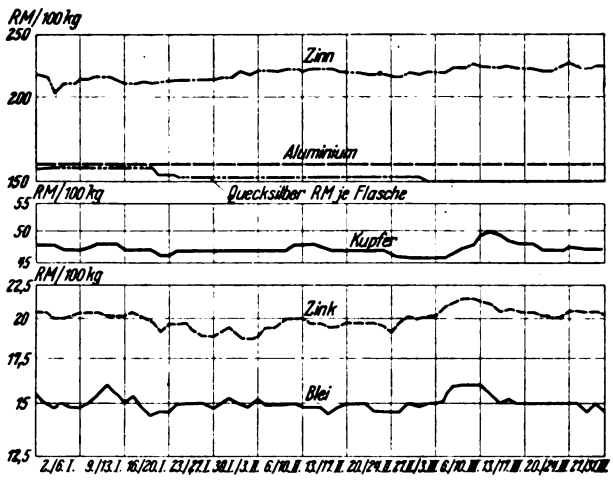


Abb. 1. Metallpreise im 1. Vierteljahr 1933.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Delnotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche (34½ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

sich nun doch bei den meisten Metallen eine untere Preisgrenze herausgebildet zu haben, die — im ganzen genommen — nicht mehr unterschritten wird. Daß die Preise an sich nach oben tendieren, zeigt das Anziehen der Preise, sobald sich die Nachfrage auch nur im geringsten bessert. Doch ließen sich diese Preisaufbesserungen nicht halten; sie gingen wieder verloren, als die immer nur vorübergehend stärkere Nachfrage nachließ. Eine Sondererscheinung in der Preisbildung während des 1. Vierteljahres 1933 bildet die — vorübergehende — Haussebewegung am Kupfermarkt, aber auch am Blei- und Zinkmarkt als Folge der Dollarentwertung bzw. der Möglichkeit einer fortschreitenden Entwertung. Nachdem sich jedoch herausgestellt hatte, daß die V. S. Amerika nicht beabsichtigen, den Goldstandard zu verlassen, trat eine Beruhigung des Marktes ein; die Preissteigerungen gingen wieder verloren. Im einzelnen ist noch zu berichten:

Kupfer: Die um die Jahreswende übliche Zurückhaltung in der Nachfrage hielt länger als gewöhnlich an. Der in der ersten Januarwoche erfolgte Preissturz am Zinnmarkt beeinflußte auch den Kupfermarkt; ein besonders stark preisdrückendes Angebot bestand am Kathodenmarkt. Die niedrige Preisbasis verlockte jedoch zu stärkeren Käufen, so daß die Preise wieder anziehen konnten. Als die Kauflust wieder nachließ, waren die Preise wieder rückgängig (Wirebars am 20. I. 4,95 cts gegen 5,15 cts am 11. I.). Die auf Elektrisierungsaufträge gesetzten Hoffnungen besserten aber den Preis schnell wieder. — Mitte Februar trat die American Smelting and Refining Co. aus dem Rumpfkartell aus. Einen sichtbaren Einfluß auf die Preisgestaltung übte dieses Ereignis jedoch nicht aus, zumal der Markt an starken japanischen Käufen zu Rüstungszwecken eine Stütze fand. Später bröckelten die Preise jedoch ab (Wirebars am 3. III. 4,87 cts). Die Währungskrise in den V. S. Amerika trieb durch Sachwertkäufe und durch die Zurückhaltung der amerikanischen Verkäufer vom Markt vorübergehend die Kupfernotierungen in die Höhe (Delnotiz bis auf 50¼ RM am 14. III.); mit der Beruhigung der Währungskrise sanken die Notierungen wieder auf den früheren Stand (Delnotiz 47 RM), eine Notierung, die also dem Stand zu Beginn des 1. Vierteljahrs 1933 entspricht. Die Notierung für Wirebars erfolgte zeitweise statt in Dollar in Reichsmark und franz. Franken.

Blei und Zink: Zu Beginn des Jahres konnte sich der Zinkpreis infolge stärkerer Nachfrage gut behaupten, während der Bleipreis infolge geringer Nachfrage zunächst nachgab, dann aber infolge stärkerer Kauftätigkeit wieder anzog. In der Folge war aber an beiden Märkten die Tendenz leicht nachgebend. Besonders bei Zink wirkten aus Unstimmigkeiten im Zinkkartell resultierende Auflösungsbefürchtungen preisdrückend; doch hielt sich die Abwärtsbewegung in engen Grenzen. Blei fand schon bald wieder Erholung an stärkeren russischen und ostasiatischen Käufen, trotzdem sich die statistische Lage verschlechtert hatte. Die Währungschwierigkeiten in den V. S. Amerika hatten auch an diesen Märkten eine vorübergehende Preissteigerung zur Folge. Am Quartalsende lagen beide Metalle wieder auf dem Kursstand zu Beginn des Jahres.

Zinn: Verhältnismäßig günstig lag der Zinnmarkt. Nach einem schnell vorübergehenden Preiseinbruch am 4. I. infolge Auflösung einer erheblichen Hausseposition zeigt der Zinnpreis bis Quartalsende eine feste Tendenz. Wenn sich auch die Kursbesserungen in allerengsten Grenzen hielten, ist doch heutzutage schon die Tendenz nach oben als solche von Bedeutung. Veranlassung gab sowohl die günstige statistische Lage als auch stärkere Nachfrage seitens der amerikanischen und englischen Weißblechindustrie, die zu 60 bzw. 70 ihrer Kapazität beschäftigt sein sollen.

Quecksilber: Am Quecksilbermarkt machen sich noch die Auswirkungen der lange hochgehaltenen Monopolpreise bemerkbar. Die Tendenz war weiter nachgebend. Am Hamburger Platz — die Notierungen sind seit der 2. Januarwoche von Pfund Sterling auf USA-Dollar umgestellt — sank die Notierung von 37½ $ auf 35½ $ je Flasche.

Die Kartellpreise für Nickel und Aluminium blieben in der Berichtszeit unverändert. *Lw.*

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende				Weltproduktion			
	Januar 1929	Dezember 1932	Januar 1933	Februar 1933	Jahresdurchschnitt 1929	Dezember 1932	Januar 1933	Februar 1933
Kupfer (sh tons)	—	—	—	—	178 000	keine Angaben		
Raffinade (Nord- und Südamerika) . .	62 700	keine Angaben			—	—	—	—
Blister (Nord- und Südamerika) . . .	119 000				—	—	—	—
Blei (sh tons)	—	—	—	—	160 500	104 200	104 800	95 400
Raffinade in den V. S. Amerika . . .	35 000	176 200	184 700	189 700	—	—	—	—
Zink (sh tons)	—	—	—	—	135 100	74 000	79 200	75 600
roh in den V. S. Amerika	45 900	124 900	129 600	134 400	--	--	—	--
roh in Großbritannien	2 000	15 400	13 700	130 000	—	—	—	—
Zinn (t)	—	—	—	—	--	--	--	—
Weltvorräte	23 700	51 500	49 800	47 700	—	—	—	—

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft"

1909/13 = 100	Januar 1933 Monatsdurchschnitt	Februar 1933 Monatsdurchschnitt	29. März
Gesamtindex	46,7	46,9	47,2
Kupfer	35,4	35,2	35,2
Blei	44,5	46,1	45,8
Zink	40,5	40,8	42,1
Zinn	56,6	58,8	59,6
Aluminium	111,1	111,1	111,1
Nickel	107,7	107,7	107,7
Antimon	56,8	56,8	59,8

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 120.

Abschluß des Heftes: 21. April 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Ueberspannungsableiter (Ionen-Ableiter).

Mitteilung der AEG.

Der Ueberspannungsableiter*) soll Ueberspannungen unschädlich machen, indem er sie nach der Erde ableitet.

Ueberspannungen können in Niederspannungsnetzen — der Ableiter ist zunächst für Betriebsspannungen bis 250 V gegen Erde bemessen — durch Schaltvorgänge im Netz und insbesondere durch atmosphärische Entladungen entstehen. Auch Blitzschläge, die das Hochspannungsnetz in Mitleidenschaft ziehen, übertragen sich über den Transformator in das Niederspannungs-Ortsnetz und dringen als Wanderwellen in die Installation ein, wo sie zu erheblichen Schäden Anlaß geben können.

Der Ueberspannungs-(Ionen-)ableiter der AEG wird in zwei Ausführungen, und zwar für Innen- (Abb. 1)

Abb. 1. Ueberspannungsableiter für Innenmontage.

und Außenmontage (Abb. 2) gebaut. Der wichtigste Bestandteil ist bei beiden Ausführungen eine Gasentladungsröhre, in der bei dem Auftreten einer Ueberspannung eine Brücke zwischen Leitung und Erde hergestellt wird. Den Aufbau dieser Röhre zeigt Abb. 3, die einen Längsschnitt des Ableiters für Innenmontage darstellt. In der Mitte des Bildes sind zunächst die eingeschmolzenen Einführungen 1 und 2 zu erkennen. Diese dienen gleichzeitig als Anoden und als Träger sowie Ableitungen für die Kathoden 3 und 4. Die letztgenannten sind ringförmig, konzentrisch je um die zugehörige Anode als Drahtspirale ausgebildet. Zwischen den beiden so entstehenden Entladungssystemen, die infolge der Gleichrichterwirkung zwischen Spitze und

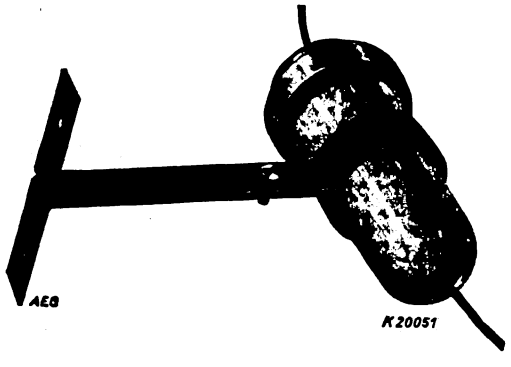


Abb. 2. Ueberspannungsableiter für Außenmontage.

Spirale Ventilcharakter haben, befindet sich die Trennwand 5 aus isolierendem Material. Beim Eintritt einer Ueberspannung baut sich zwischen Anode und zugehöriger Kathode aus Elektronen und Ionen eine leitende Brücke auf, und zwar wird die eine Halbwelle über Einführung/Anode 1 — Kathode 4 — Ableitung 2, die nächste, entgegengesetzte Halbwelle über Einführung/Anode 2 — Kathode 3 — Ableitung 1 fließen.

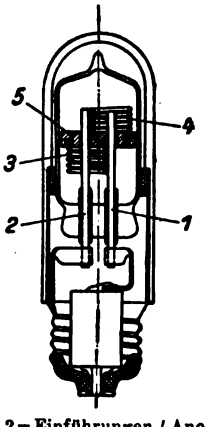
Die für den Aufbau der leitenden Brücke benötigte Zeit, die man auch mit „Zündverzug" bezeichnet, wurde noch dadurch verkürzt, daß die Kathoden mit einer Emissionssubstanz überzogen sind, und beträgt bei dem Ionen-Ableiter nur Bruchteile einer millionstel Sekunde.

*) s. AEG-Druckschrift Sa/V 1428.

Die Gasfüllung der Röhre entzieht die Elektroden nicht nur dem Einfluß der Luft, sondern gestattet auch gleichzeitig durch entsprechenden Gasdruck die Grenze für das Ansprechen des Ableiters, die Ansprechspannung, einzustellen. Der Ableiter tritt bei Wechselstrom von 50 Per/s bei 400 bis 500 V_{eff} und bei rechteckiger Stoßspannung, als auch bei einer mit ganz steiler Stirn ankommenden Wanderwelle, sicher unterhalb 1000 V in Tätigkeit. Da aber die Geräte, die in Installationen mit Spannungen bis 250 V gegen Erde Verwendung finden, mit 2000 V geprüft sind, ist ein einwandfreier Schutz gewährleistet.

Ein weiterer Vorteil des neuen Ableiters ist große Löschsicherheit, die dadurch erreicht wurde, daß die Entladungsstrecken Ventilcharakter erhielten und zwei davon gegeneinander geschaltet sind, wie bereits erläutert wurde. Dem gleichen Zweck dient ein kleiner Dämpfungswiderstand, der in Abb. 3 im Sockel sichtbar ist. Die schnelle Löschung verhindert unnötiges Abfließen von Betriebsstrom und ermöglicht es, daß der Ableiter während des Ausgleiches des Ueberspannungsvorganges Stromstärken bis zu mehreren tausend Ampere ableiten kann.

Die Montage ist ebenfalls außerordentlich einfach. Der Ableiter für Innenmontage hat normales Edisongewinde (E 27), so daß er in jedes Sicherungselement eingeschraubt werden kann. Das Gewinde des Sicherungselementes wird geerdet, während sein Fußkontakt mit der zu schützenden Leitung verbunden wird. Für den sicheren Schutz der Anlage sind also so viel Ableiter erforderlich, wie Leitungen vorhanden sind, die Spannung gegen Erde führen.



1,2 = Einführungen / Anoden.
3,4 = Kathoden.
5 = Isolierende Trennwand

Abb. 3. Ueberspannungsableiter für Innenmontage im Längsschnitt.

Der Ableiter für Außenmontage, bei dem Röhre und Widerstand in eine wasserdichte und wettersichere Spezialarmatur eingebaut sind, hat eine Schelle, mit der er leicht am Mast, an der Hauswand neben der Einführungstelle der Freileitung usw. angebracht werden kann. Aus dem Körper dieses Ableiters ragen zwei freie Drahtenden heraus, von denen eines an die Freileitung, das andere an die gemeinsame Erdleitung angeschlossen wird, die möglichst geradlinig und knickfrei auf kürzestem Wege zur Erde zu führen ist. Besteht die Gefahr, daß die Ableiter durch Schüsse oder Steinwürfe vorsätzlich beschädigt werden, so können sie mit einem Schutzrohr aus verzinktem Eisenblech ausgerüstet werden.

Im allgemeinen wird es in Freileitungsnetzen genügen, wenn alle 2 bis 3 km eine Schutzstelle vorgesehen wird, während in wasserreichen, sumpfigen oder hochgelegenen Gebieten, in gewitterreichen Gegenden sowie bei Leitungszügen, die große Höhenunterschiede zu überwinden haben oder die über kahle Höhen führen, also an Stellen, an denen erfahrungsgemäß häufig Ueberspannungen auftreten, bereits auf je 1 km eine Schutzstelle entfallen sollte. Desgleichen wird es sich empfehlen, in der Nähe jeder Transformatorenstation die Ueberspannungsableiter einzubauen und sie für alle Stichleitungen und Endmaste vorzusehen.

Durch seine bedeutenden technischen Vorteile wird der neue Ableiter nicht nur die älteren Konstruktionen, die meist mit einer bestenfalls, d. h. bei tadellosem Zustand der Elektroden, bei etwa 2 kV ansprechenden Funkenstrecke arbeiteten, verdrängen, sondern auch viele Elektrizitätswerke und Stromabnehmer veranlassen, der Frage des Ueberspannungsschutzes näher zu treten, da durch die neue Konstruktion eine einwandfreie Schutzwirkung gewährleistet wird.

Digitized by Google

An die Inserenten!

Es gelangen immer wieder Beschwerden an uns, daß die in Ziffer-Anzeigen verlangten Zeugnisse, Lichtbilder und Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. den Einsendern entweder gar nicht oder erst nach wiederholter Reklamation und oft ohne Angabe der Chiffre der betr. Anzeige wieder zugehen. Da es ohne Frage Pflicht der Inserenten ist, die den Angeboten auf Verlangen beigefügten Anlagen zurückzugeben, so richten wir hiermit an die Inserenten der Zeitschrift das dringende Ersuchen, solche Anlagen stets tunlichst bald kostenfrei und ohne nochmalige Aufforderung seitens der Einsender unmittelbar an letztere unter Angabe der betr. Anzeigen-Chiffre zurückzusenden.

Verlag und Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift"
BERLIN W 9, Linkstraße 23/25

Elektrizitätsfirmen u. Kabelwerke

Dipl.-Ing., 33 J., Christ, mit über 10jähr. erfolgreicher Praxis i. Projektierung und Akquisition von Starkstromanlagen jeder Art und Größe im In- und Ausland, z. Zt. in leitender Auslandsstellung mit umfangreichen Sprachkenntnissen tätig, sucht Wirkungskreis als Leiter einer Verkaufs-Organisation in Deutschland. Off. u. **E. 3293** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Hochspannungs-Fachmann

30 J., langjähr. Prax. b. ersten Großfirmen im Prüff. und Labor. Reiche Erf. im Apparateb., Entwicklgsarb. an Transft., Oel-, Trenn- und Regulierschaltern höchster Spannung u. Leistg. Vertr. m. sämtl. isoliertech. Prüfg. v. Baustoff. u. Fertg.-Fabrik. Spez. Kennt. der Stoßspannungs-Prüfung. Erfg. i. Berechnung v. eisenlos. Schutzdross. Bewerber sucht, gestützt auf best. Zeug., geeign. Wirkungskr. Ang. u. **E. 3305** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Ingenieur-Kaufmann

Spezialist für Hoch- u. Niedersp.-Schaltapp. u. Inst.-Mat., 24 J., led., 5 Sem. Technikum, 5½ J. Praxis in Werkst. und Büro, vertr. mit sämtl. vork. kaufm. Arbeiten, Kenntn. i. Buchf., Mahn- u. Klagewesen, firm im Ein- u. Verkauf sowie Akquisition, gewandt in jed. Art von Korrespondenz, engl., franz. u. russ. Sprachkennt., sucht Stellung. Gefl. Angeb. erb u. **E. 3292** a. die A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung

Kunstharz-Preßstoffwerke

Erste Kraft, bisher in führenden Firmen tätig, erfahren in Matrizenbau, Konstruktion, Kalkulation u. Presserei, sucht geeigneten Wirkungskreis, evtl. auch im Ausland. [3303] Off. u. **E. 3301** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Jüngerer **Elektro-Diplom-Ingenieur**

mit Kenntnis der englischen u. französischen Sprache für **technische Korrespondenz** u. zur Bearbeitung v. **Patentsachen** v. rheinischem industriellen Werk zum alsbaldigen Eintritt gesucht. Ausführl. Bewerbungen m. Lebenslauf, Gehaltsansprüch., Lichtbild usw. u. **E. 3308** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Gesucht wird **techn. Angest.** m. abgeschl. techn. Mittelschulbildg. d. elektrotechn. Fachr. i. Alter v. 25 bis 30 J. f. d. funktechn. Konstruktionsbüro. Bew. muß gediegene elektrot. Kenntn., Gewandh. in Anfert. v. Kabel- und Schaltplänen u. Erfahrungen in Prüfen von elektr. Maschinen und Funkgeräten nachw. Bezahlg. nach Reichs-Angest.-Tarif (Gr. VIII). Selbstgeschr. Bew. m. Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Lichtbild an das **Marinearsenal, Waffenabteilung, Kiel,** unter Angabe, wann Eintritt möglich wäre. [3307]

Einheirat

Tüchtigem Elektro-Ingenieur, evg., Alter 35—45 Jahre, firm im Motoren- u. Transformatorenbau, ist Gelegenheit geboten, in ein rentables und schuldenfreies Elektromotorenwerk im Industriegebiet einzuheiraten. Gefl. Angebote unter **E. 3309** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Spez.-Ing. für Gleichstr.

mit allen Neuerungen vertraut, ges. von Berliner Fa. Off. u. **E. 3304** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Führende Spezialfabrik elektrischer Meßinstrumente sucht für

Offertenbearbeitung, Konstruktion, Betriebsleitung

vollkommen durchgebildete

Ingenieure

Nur Herren mit langjährigen praktischen Erfahrungen auf diesen Gebieten wollen sich unter Einreichung von Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen usw. melden unter **E. 3302** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Stadt 12 000 Einwohner in der Provinz Sachsen sucht für ihr Dampf-Elektr.-Werk streng national gesinnten

Betriebsleiter

mit best. theoretischer und prakt. Vorbildung. Dienstwohnung vorhanden. Gehalt nach Besoldungsgruppe IVc. Off. u. **E. 3301** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Radio-Ingenieur

mit guten Kenntnissen d. Hochfrequenztechn., insbesondere mit guter Konstruktionserfahrg, für Radiozubehör aller Art zum sofortigen Antritt gesucht. Ausführl. Bewerbung mit Angabe der bisher. Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüche erbeten unt. **E. 3299** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Vertretung

i. Installationsmaterial, techn. Porzellan, Kunststoff-Spritzgußartikeln und Kunstharz, für **Nordbayern** sucht bei der betr. Kundschaft gut eingeführter **Ingenieur** mit dem Sitz in Nürnberg. Off. unter **E. 3306** an die Anzeigen-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

In 5 Minuten [3296]
Nichtraucher
Das größte Wunder! Erfolg garant. Ausk. kostenl.
Postfach 1
Friedrichshagen S 1067 b. Berlin

Die Vertretung für Magdeburg

mit Kabel-Auslieferungslager

ist von bedeutendem westd. Kabelwerk zu vergeben. [3298]

Offerten nur branchekundiger Bewerber erbeten unter **E. 3298** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Vertreter gesucht

Herren, bei Elt-Werken und Trägern der Straßenbeleuchtung bestens eingeführt, wollen sich melden unter **E. 3294** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Zu kaufen gesucht:

1 **Transformator** 300—500 kVA, 36 000/550 V,
2 **Stromwandler** 10/5 Amp., 35 000—75 000 V.
Angebote mit genauen Daten erbeten unter **E. 3297** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 4. Mai 1933** **Heft 18**

Belastungsausgleich in Kraftwerken*.

Von A. Schwaiger, München.

Übersicht. Es wird ein graphisches Verfahren zur Ermittlung des Belastungsausgleiches mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitskurve von Gauß angegeben[1].

1. Abnehmergruppen.

An ein Kraftwerk seien u. a. eine gewisse Zahl von Z Abnehmern angeschlossen, die vollständig gleichartig sind und deshalb zu einer Gruppe zusammengefaßt werden können. Die vollständige Gleichartigkeit der Abnehmer untereinander kommt durch ihr Verhalten zum Ausdruck: Jeder Abnehmer benutzt das Kraftwerk gleich lang in einem Zuge, nämlich g Stunden lang; ferner hat jeder während seiner „Benutzungsdauer" g die gleiche Belastung b (kW) eingeschaltet und endlich sollen alle Abnehmer gleichzeitig einschalten, also z. B. zu Beginn der Kochzeit oder bei Eintritt der Dämmerung usw. Freilich stellt sich hinsichtlich des letztgenannten Vergleichspunktes heraus, daß die „charakteristische" Einschaltzeit nicht von allen Teilnehmern streng eingehalten wird, eine Reihe von Zufälligkeiten veranlassen den einen oder andern früher oder später als zur charakteristischen Zeit einzuschalten, es wird also von mehreren sozusagen fehlerhaft eingeschaltet. Zur charakteristischen Schaltzeit schalten demnach nicht Z, sondern nur z Abnehmer ein, die übrigen schalten teils vorher, teils nachher ein. Es soll aber angenommen werden, daß die Gruppe hinsichtlich der Einschaltzeit wenigstens insofern gleichartig bleibt, als die Gruppierung der Einschaltungen um die charakteristische Zeit t_c herum stets die gleiche bleibt und sich regelmäßig wiederholt. Die Zeitdauer, innerhalb welcher bei dieser Streuung Einschaltungen vorgenommen werden, soll mit G_s bezeichnet werden.

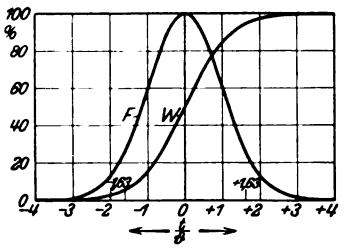


Abb. 1. Fehler- und Wahrscheinlichkeitskurve.

Für die Verteilung der Einschaltungen auf diese Zeit G_s soll ein gewisses Gesetz angenommen werden. Wenn die Abweichung der Einschaltungen von der Zeit t_c nicht durch „systematische" Fehler verursacht wird, sondern von Zufälligkeiten [illegible] so gilt für die Gruppierung der Einschaltung[illegible] Gaußsche Fehlergesetz

$$\varphi(t) = \frac{\varepsilon^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\vartheta}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}\,\vartheta}, \qquad (1)$$

dabei bedeutet ε die Basis des natürlichen Logarithmus, $\pm t$ die Zeitabweichung von $t_c = 0$ und ϑ ist eine Konstante mit der Bedeutung einer Zeit. Der Verlauf dieser Funktion ist in Abb. 1 durch die Kurve F dargestellt, u. zw. sind die augenblicklich erfolgenden Einschaltungen in % der Zahl z (Einschaltungen zur Zeit t_c) angegeben. Die Zeitabweichungen sind nicht in Absolutwerten, sondern als Relativwerte $\pm t/\vartheta$ aufgetragen. Die wahrscheinliche Dauer G_s, während welcher Einschaltungen erfolgen, muß jetzt natürlich ebenfalls als „relative" Schaltzeit G_s/ϑ eingetragen werden. Sie erstreckt sich beispielsweise von $t/\vartheta = -1{,}63$ bis $t/\vartheta = +1{,}63$ und beträgt dann $G_s/\vartheta = 3{,}26$. Wie sich zeigen wird, ist es einfach, von den relativen Zeiten auf die absoluten überzugehen, wenn es notwendig ist. Damit ist die Verbrauchergruppe eindeutig beschrieben. An ein Kraftwerk sind eine mehr oder weniger große Zahl von Abnehmergruppen angeschlossen, die sich durch ihre charakteristischen Werte von einander unterscheiden.

2. Das Kraftwerk.

Es ist jetzt die Frage: Was verspürt das Kraftwerk von einer solchen Gruppe? Es werde angenommen, daß die betrachtete Verbrauchergruppe durch eine eigene Speiseleitung gespeist werde; durch Einschalten geeigneter Meßinstrumente in diese Speiseleitung könnte man folgendes feststellen.

Die relative „Benutzungsdauer" G/ϑ des Kraftwerkes durch die Gruppe ist um g/ϑ länger als die relative Schaltzeit; denn vom Einschalten des ersten bis zum Ausschalten des letzten Teilnehmers einer Gruppe verstreicht die Zeit

$$\frac{G}{\vartheta} = \frac{G_s + g}{\vartheta}. \qquad (2)$$

Zu einer gewissen relativen Zeit t_x/ϑ schalten gerade z_x Abnehmer ein. Die Speiseleitung ist aber zu dieser Zeit nicht unbelastet, es ist vielmehr bereits jene Summe von Abnehmern eingeschaltet, die während der Dauer g/ϑ vor der Zeit t_x/ϑ eingeschaltet haben. Um also die Zahl der Abnehmer zu finden, die in einem gewissen Zeitpunkt eingeschaltet sind, muß man die Fehlerkurve in den Grenzen $(t_x - g)/\vartheta$ und t_x/ϑ integrieren. Für die Ermittlung der Belastungscharakteristik des Kraftwerkes ist also nicht die Fehlerkurve, sondern die Integralkurve der Fehlerkurve, die sog. Wahrscheinlichkeitskurve maßgebend, die in Abb. 1 durch die Kurve W dargestellt ist; der Endwert der Kurve ist gleich 100 gesetzt[2].

Aus der Wahrscheinlichkeitskurve kann man nun für jeden Zeitpunkt t/ϑ feststellen, wieviele Abnehmer gerade das Kraftwerk belasten, man braucht nur die Ordinaten der Integralkurve zur Zeit t_x/ϑ und $(t_x - g)/\vartheta$ aufzusuchen und von einander zu subtrahieren. Trägt man die so erhaltenen Werte über der Zeit t_x/ϑ auf, so erhält man die Belastungscharakteristik des Kraftwerkes durch die Gruppe. Hat man in dieser Weise die Belastungscharakteristiken aller Gruppen gefunden, so ergibt sich die Gesamt-Belastungscharakteristik des Kraftwerkes durch Superposition der Einzel-Belastungscharakteristiken der Gruppen.

Aus dem Verlauf der Belastungskurve des Kraftwerkes durch eine Gruppe kann man noch einige wichtige charakteristische Werte entnehmen. Der Höchstwert der Kurve zeigt, daß gleichzeitig höchstens z_h Abnehmer eingeschaltet sind; man nennt

$$\frac{z_h}{Z} = \zeta \qquad (3)$$

den Gleichzeitigkeitsfaktor der Gruppe. Es ist für das Kraftwerk sehr angenehm, daß nicht alle Z Abnehmer gleichzeitig eingeschaltet sind, sondern höchstens

* Eingeg. 8. VIII. 1932.

[1] G. Dettmar, ETZ 1926, S. 33. — F. Bergtold, Elektro-J. 1926, S. 370. — W. Kummer, ETZ 1930, S. 482. — G. Schnaus, ETZ 1931, S. 441. — E. Weber, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 1930, S. 64. — F. Hartmeyer, Über den Belastungsausgleich; Diss. Hannover 1931.

[2] Für die Zwecke der Rechnung muß man die W-Kurve natürlich in einem großen Maßstab darstellen; Zahlentafel hierfür bei E. Jahnke-F. Emde, Funktionentafeln S. 31 u. 37.

Digitized by Google

nur z_h. Man bezeichnet diese Erscheinung als Belastungsausgleich.

Beträgt die Belastung durch den Abnehmer b (kW), dann entnehmen alle Abnehmer $Z\,b\,g$ (kWh); wie lange müßten die z_h Abnehmer eingeschaltet haben, um dieselbe Arbeit zu verbrauchen? Offenbar ist

$$Z\,b\,g = z_h\,b\,\Gamma,$$

daraus

$$\Gamma = \frac{Z}{z_h}\,g = \frac{g}{\zeta}. \qquad (4')$$

Die Zeit Γ ist keine wirkliche, sondern eine rechnungsmäßige Zeit; sie soll „Ausnutzungsdauer" des Kraftwerkes durch die Gruppe genannt werden. Für spätere Betrachtungen ist es zweckmäßig, diese Gleichung beiderseits mit $1/G$ zu multiplizieren; also

$$\frac{\Gamma}{G} = \frac{G}{g}\cdot\frac{1}{\zeta}. \qquad (4)$$

Durch die Einführung von Γ ist es möglich, die Belastungscharakteristik des Kraftwerkes als ein Rechteck mit der Höhe $z_h\,b$ und der Breite Γ darzustellen. Durch die Einführung der Verhältniswerte g/G und Γ/G fällt die Bezugszeit ϑ heraus.

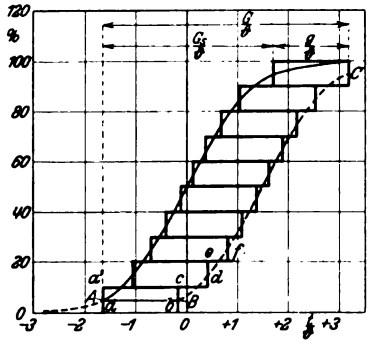


Abb. 2. Verteilung der Teilnehmer einer Gruppe.

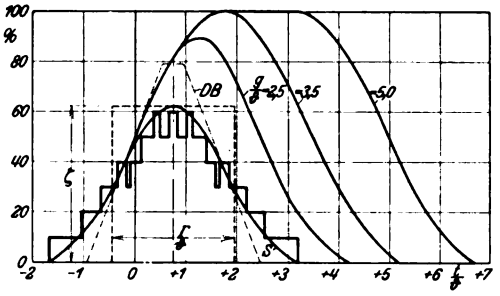


Abb. 3. Belastungs-Charakteristiken.

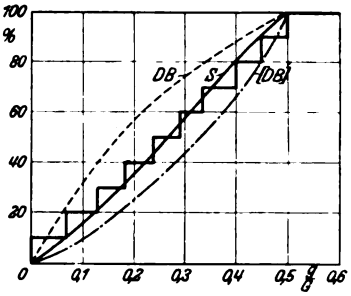


Abb. 4. Gleichzeitigkeitsfaktor ζ, abhängig von der Ausnutzungsdauer.

3. Kleine Gruppen.

Es soll zunächst eine kleine Gruppe mit beispielsweise 10 Teilnehmern untersucht werden. Man zeichnet die Wahrscheinlichkeitskurve auf (Abb. 2), teilt die Ordinate 100 in 10 Teile und zeichnet die linken Seiten der rechteckigen Belastungscharakteristik der Abnehmer a, a' usw. so ein, daß sie von der Wahrscheinlichkeitskurve halbiert werden (Punkt A usw.). Damit liegt die relative Schaltzeit G_s/ϑ fest. Man sieht, daß diese lediglich durch die Zahl der Abnehmer einer Gruppe bestimmt und eindeutig festgelegt ist; sie ergibt sich im vorliegenden Fall zu $G_s/\vartheta = 3{,}26$. Dies ist sehr wichtig.

Die relative Benutzungsdauer g/ϑ sei zu 1,5 angenommen. Damit können die 10 Rechtecke eingezeichnet werden; verbindet man die Mitten der rechten Seiten der Rechtecke miteinander, so erhält man die um g/ϑ nach rechts verschobene Wahrscheinlichkeitskurve. Man kann natürlich zuerst diese Kurve zeichnen und dann erst die Rechtecke eintragen, was vielleicht noch bequemer ist. Nun liegt auch die relative Benutzungsdauer des Kraftwerkes durch die Gruppe fest; es ist

$$\frac{G}{\vartheta} = \frac{G_s + g}{\vartheta} = 4{,}76;$$

also ist $g/G = 0{,}315$.

Um die Belastungscharakteristik des Kraftwerkes durch die Gruppe zu finden, geht man von a nach c, d, ... und zählt ab, wieviele Recktecke über den relativen Zeiten t/ϑ dieses Weges liegen. Die so gefundenen Werte trägt man über den zugehörigen relativen Zeiten t/ϑ auf und erhält damit die Belastungscharakteristik, die natürlich eine gestaffelte Form hat (Abb. 3). Die größte Höhe dieser Charakteristik (60 %) ist zugleich der Gleichzeitigkeitsfaktor ζ, und jetzt kann man mit Hilfe der Gl. (4) den zugehörigen Wert Γ/G berechnen. Wiederholt man dieses Verfahren für verschiedene Werte von g/ϑ, so erhält man die unstetigen Kurven der Abb. 4 und 5, in welchen ζ und Γ/G abhängig von g/G aufgetragen sind.

4. Große Gruppen.

Es ist vielleicht am besten, am gleichen Beispiel von 10 Abnehmern zu zeigen, wie man zu verfahren hat, wenn man die Gruppe von 10 Teilnehmern als „große" Gruppe betrachtet. In Abb. 2 beginnt man beim Abzählen der gerade eingeschalteten Verbraucher im Punkt A, geht nach B und folgt von da ab nicht mehr der treppenförmigen Kurve, sondern der kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitskurve bis zum Punkt C. Nun liest man die zu jedem relativen Zeitpunkt gehörigen Ordinaten der beiden Wahrscheinlichkeitskurven ab und subtrahiert jeweils von der größeren die kleinere Ordinate, um die Zahl der gerade eingeschalteten Teilnehmer zu erhalten. Diese Ordinatenabschnitte muß man aber noch korrigieren; denn von der Wahrscheinlichkeitskurve werden bei 10 Abnehmern nur 90 % benutzt (Ordinatendifferenz der Punkte A bzw. B und C). Diese 90 % entsprechen aber allen 10 Abnehmern, also 100 % der Abnehmer. Der Korrekturfaktor, mit dem man die gefundenen Werte zu multiplizieren hat, ist also im vorliegenden Fall $k = \frac{100}{90}$.

Je größer die Zahl Z der Teilnehmer einer Gruppe ist, desto mehr schmiegt sich die treppenförmige Kurve der Abb. 2 der kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitskurve an, um so richtiger wird das beschriebene Verfahren. Für 10 Abnehmer erhält man nach diesem Verfahren die in den Abb. 3, 4 und 5 eingetragenen, mit S bezeichneten kontinuierlichen Kurven.

In folgender Zahlentafel 1 sind die aus der Wahrscheinlichkeitskurve sich ergebenden Schaltzeiten und Korrekturfaktoren für Gruppen bis zu 1000 Teilnehmern zusammengestellt.

Zahlentafel 1.

$Z =$	10	20	50	100	500	1000
$\frac{G_s}{\vartheta} =$	3,26	3,9	4,66	6,54	7,44	7,8
$k =$	100/90	100/95	100/98	100/99	100/99,8	100/99,9

Die Werte für ζ und Γ/G für diese Gruppen sind in Abhängigkeit von g/G in den Abb. 6 und 7 dargestellt. Das Ergebnis der Untersuchung ist folgendes:

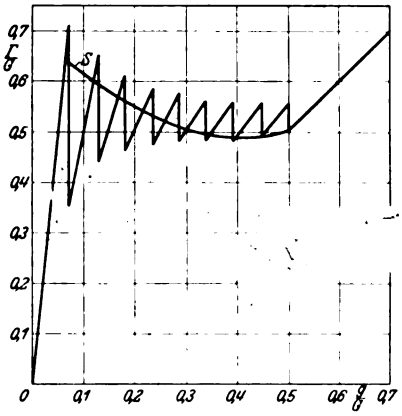


Abb. 5. Ausnutzungsdauer des Kraftwerks durch die Gruppe.

a) Je größer g/G ist, desto schlechter ist in allen Fällen der Ausgleich. Für $g/G \geq 0{,}5$ findet überhaupt kein Ausgleich mehr statt, da sich alle Abnehmer überdecken. Gegen diese Erkenntnis wird im Tarifwesen verstoßen.

b) Je kleiner die Zahl der Teilnehmer einer Gruppe ist, desto besser ist unter sonst gleichen Umständen der Ausgleich.

c) Übersteigt die Teilnehmerzahl einer Gruppe eine gewisse Größe ($Z = 100$), dann ändert sich ζ unter sonst gleichen Verhältnissen nicht mehr viel.

Damit ist auch bezüglich des Wertes Γ/G des Kraftwerkes alles gesagt. Für $g/G > 0{,}5$ ist die Ausnutzungsdauer des Kraftwerkes stets gleich der Benutzungsdauer g.

In Abb. 3 sind noch einige kontinuierliche Belastungscharakteristiken für andere Werte von g/ϑ der Gruppe

Digitized by Google

von 10 Teilnehmern aufgetragen. Man sieht, daß das Maximum der Belastung nicht zur bevorzugten Zeit $t = 0$, sondern um $\frac{1}{2}\, g/\vartheta$ s p ä t e r auftritt. Wenn man von dieser Erkenntnis Gebrauch macht, kann man die Werte für ζ auch ermitteln, ohne daß man die ganze Belastungscharakteristik zeichnet.

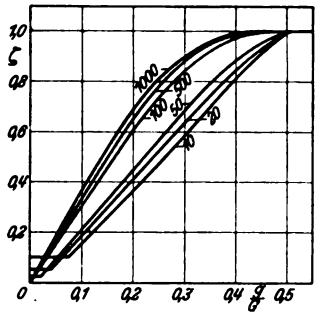


Abb. 6. Gleichzeitigkeitsfaktor ζ für 10 ··· 1000 Teilnehmer einer Gruppe.

Will man die Belastungscharakteristiken im absoluten Zeitmaß darstellen, dann geht man so vor. Von einer Abnehmergruppe sind die Größen Z, g und G bekannt, z. B. $g = 1{,}5$ h und $G = 4$ h. Ist Z beispielsweise gleich 10, so ist die relative Schaltzeit $G_s/\vartheta = 3{,}26$ bestimmt. Der Absolutwert von G_s ist aber gegeben, nämlich $G_s = 4 - 1{,}5 = 2{,}5$ h. Also ist für den vorliegenden Fall $\vartheta = 2{,}5/3{,}26 = 0{,}767$ h. Damit kann die Belastungskurve in den absoluten Zeitmaßstab umgezeichnet werden.

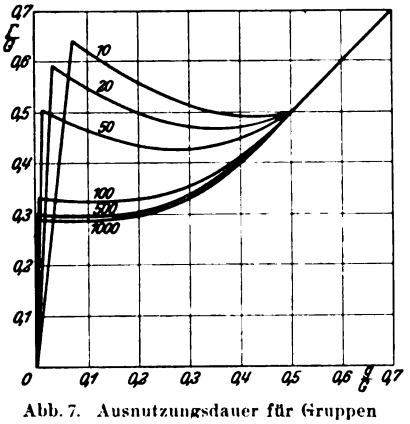


Abb. 7. Ausnutzungsdauer für Gruppen mit 10 ··· 1000 Teilnehmern.

Berechnet man aus Abb. 6, wieviel Teilnehmer z_h abhängig von der Teilnehmerzahl Z höchstens eingeschaltet sind, so erhält man ziemlich genau ein durch O gehendes Geradenbüschel mit dem Parameter g/G.

5. Veränderliche Belastung.

In Abb. 8 sind die Einschaltungen von 10 Abnehmern dargestellt, deren Belastung v e r ä n d e r l i c h ist. Der Einfachheit halber ist angenommen, daß sich die Belastungscharakteristik aus zwei gleich langen Rechtecken zusammensetzt, die Höhe des zweiten Rechteckes soll aber nur die Hälfte derjenigen des ersten Rechteckes sein. Es sind auch die Wahrscheinlichkeitskurven, zwischen denen die Rechtecke liegen, eingezeichnet. Zur Ermittlung der Belastungscharakteristik des Kraftwerkes zeichnet man zuerst die Charakteristik auf für den Fall, als wenn nur das erste Rechteck eines jeden Verbrauchers vorhanden wäre; in gleicher Weise verfährt man für die kleineren Rechtecke. Dabei erkennt man, daß die Belastungscharakteristik für die kleinen Rechtecke im vorliegenden Fall auch erhalten werden kann, wenn man von allen Ordinaten der Charakteristik für die großen Rechtecke die Hälfte nimmt und die so erhaltene Charakteristik um die Breite der großen Rechtecke nach rechts verschiebt. Beide Charakteristiken werden dann superponiert und damit sind auch ζ und Γ/G gefunden. Auf diesem Weg kann man auch kompliziertere Formen der veränderlichen Belastung behandeln.

6. Vergleiche.

G. D e t t m a r [3] hat ein anderes graphisches Verfahren zur Ermittlung des Belastungsausgleiches angegeben, das F. B e r g t o l d [4] analytisch weiter verfolgt hat. Diesen Untersuchungen liegt die Annahme zugrunde, daß die z e i t l i c h e Verteilung der Verbraucher stets g l e i c h -

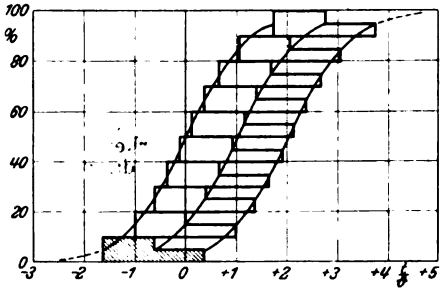


Abb. 8. Verteilung der Abnehmer einer Gruppe.

m ä ß i g sei. Trägt man das Ergebnis dieser Untersuchungen beispielsweise für 10 Teilnehmer in Abb. 4 ein (Kurve DB), so sieht man, daß die hier gefundenen Werte tiefer liegen als die der anderen Forscher. In Abb. 3 ist ein Trapez DB eingetragen, welches die Belastungscharakteristik des Kraftwerkes nach dem Verfahren von Dettmar darstellt. Man sieht, daß die Verbraucher die Zeit G/ϑ nicht ausfüllen. Das ist durch die Art der Dettmarschen Annahmen begründet. Rechnet man die Ergebnisse so um, daß auch das Trapez die volle Zeit G/ϑ als Basis hat, so ergibt sich für die 10 Teilnehmer die mit $[DB]$ bezeichnete Kurve der Abb. 4; diese liegt jetzt tiefer als die mit S bezeichnete Kurve. Das ist auch einleuchtend; denn ein Trapez, das flächengleich ist mit der hier gefundenen Belastungscharakteristik, muß eine kleinere Höhe haben, weil die Seiten des Trapezes über dem auf- und absteigenden Ast der kontinuierlichen Belastungscharakteristik liegen.

Welches Verfahren nun die wirklichen Verhältnisse am besten darstellt, kann nur die Erfahrung entscheiden. Wenn man die Belastungscharakteristiken von Kraftwerken betrachtet, gewinnt man den Eindruck, daß sich ihre Form mehr den Kurven der Abb. 3 als der Trapezform nähert.

Das hier angegebene Verfahren kann man noch nach verschiedenen Richtungen hin erweitern und ausbauen. Im vorstehenden sollte nur das W e s e n t l i c h e dieses Verfahrens mitgeteilt werden.

[3] ETZ 1926, S. 33.
[4] Elektro-J. 1926, S. 370.

Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Von A. **Dennhardt**, Berlin.

Übersicht. Bei Einführung von Gleichrichtern zur Speisung von Ortsnetzen sind Störungen des Rundfunkempfangs beobachtet worden. Sie sind vorwiegend niederfrequenter Natur. Maßgebend für die Größe der Beeinflussung ist im wesentlichen die Storspannungsverteilung im Netz. Sie wird an Hand eines Ersatzschaltbildes erörtert. Die bekannten Meßmethoden für Störspannungen werden besprochen. Messungen an Gleichrichtern in Stadtnetzen zeigen, daß Maßnahmen zur Herabsetzung niederfrequenter Störungen gewöhnlich nicht nötig sind. Die Arten der Kopplung niederfrequent beeinflußter Empfangsanlagen werden beschrieben und einfache Hilfsmittel zur Entkopplung angegeben. Auf die möglichen Ursachen der vereinzelt beobachteten hochfrequenten Beeinflussungen durch Gleichrichter und auf Schutzmittel zur Herabsetzung wird hingewiesen.

I. Einleitung.

In den letzten Jahren sind in zunehmendem Maße Gleichrichter zur vollständigen oder teilweisen Versorgung von Ortsnetzen installiert worden. Diese Maßnahme hat an verschiedenen Stellen zur Beeinflussung von Rundfunk-Empfangsanlagen geführt. In der überwiegenden Zahl der Fälle handelte es sich um niederfrequente Beeinflussungen, während solche hochfrequenter Natur nur in Ausnahmefällen aufgetreten sind. — Im folgenden sollen die Ursachen solcher Beeinflussungen und Mittel zu ihrer Behebung besprochen werden, wobei den empfangseitigen Maßnahmen besonderes Augenmerk zugewandt ist.

II. Niederfrequente Beeinflussung.

A. U r s a c h e.

Die Ventilwirkung des idealen Gleichrichters gibt bekannterweise einen Spannungsverlauf folgender Art:

$$U = u_{gl} + \sum u_\nu \qquad (1)$$

(u_{gl} mittlere Gleichspannung, u_ν Augenblickswert der überlagerten Wechselspannungen). Der mittleren Gleichspannung sind demnach eine Anzahl Wechselspannungen auf-

Digitized by Google

geprägt, für deren Frequenz in Abhängigkeit von der Phasenzahl des Gleichrichters gilt:

$$n = n_0\, p\, \nu \qquad (2)$$

(n_0 Frequenz der Speisespannung, p Phasenzahl, ν Ordnungszahl der überlagerten Harmonischen).

Die Effektivwerte der ersten Spannungsharmonischen für den idealen Gleichrichter, bezogen auf die mittlere Gleichspannung, gibt Zahlentafel 1 an. Durch diese überlagerten Wechselspannungen bzw. -ströme können niederfrequente Beeinflussungen auftreten.

B. Wirkung.

Hinsichtlich seiner Beeinflussungsfähigkeit ist danach der Gleichrichter als Wechselstromgenerator mit geringem inneren Widerstand anzusehen. Dieser Ersatzgenerator arbeitet auf einen Belastungswiderstand R_a, der zusammengesetzt ist aus dem Wechselstromwiderstand R_z der Zuleitung zu den Speisepunkten bzw. den Hausinstallationen und dem des Verbrauchers R_v (Abb. 1).

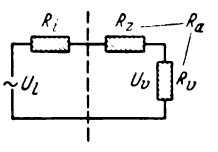


Abb. 1.

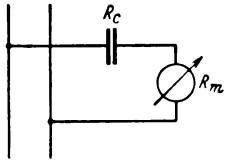


Abb. 2.

Die Größe des Wechselstromwiderstandes der Zuleitung ist abhängig von der Länge und der Art der Zuleitung (Freileitung oder Kabel). Wird als einzelner Verbraucherwiderstand eine Hausinstallation mit den angeschlossenen Maschinen und Apparaten angesehen, so kann R_v im Ersatzschaltbild im allgemeinen durch eine Kapazität mit stark veränderlicher Ableitung dargestellt werden. Nur bei sehr geringer Belastung werden die kapazitiven Komponenten überwiegen, so daß R_z vorwiegend den Charakter eines veränderlichen Wirkwiderstandes haben wird.

Je nach der Entfernung des angeschlossenen Verbrauchers von der Gleichrichterstation gilt die Bedingung $R_z > R_v$ oder $R_z < R_v$. Im ersten Falle haben die Änderungen von R_v keinen Einfluß auf die Größe der Störspannung an der Sammelschiene der Station. Im zweiten Falle, der im praktischen Betrieb dann auftritt, wenn sich die Station im Verbraucher-Schwerpunkt befindet, so daß die naheliegenden Verbraucher praktisch an den Sammelschienen der Station anliegen, schwankt die Größe der Störspannung in Abhängigkeit vom Verhältnis R_i zu R_v.

Demnach wird sich im Betrieb eine allgemeine Schwankung der an der Sammelschiene anstehenden Störspannung in Abhängigkeit von den (tonfrequenten) Belastungsverhältnissen durch die in der Nähe der Station liegenden Verbraucher bemerkbar machen. Außer dieser allgemeinen Schwankung des Pegels der Störspannung tritt für weiter abliegende Abnehmer eine Herabsetzung der in ihrer Installation anstehenden Störspannung durch Spannungsteilung über R_z und R_v gemäß der Beziehung

$$|\mathfrak{U}_v| = |\mathfrak{U}_i| \left| \frac{R_v + R_z}{R_v} \right| \qquad (3)$$

ein. Dementsprechend werden in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen beim Verbraucher alle möglichen Störspannungswerte von 0 bis zu einem vorgegebenen Größtwerte auftreten können.

Zahlentafel 1. Effektivwerte der überlagerten Wechselspannungen. U arithmetischer Mittelwert der Gleichspannung.

Ordnungszahl der Harmonischen		3-Phasen-Gleichrichter	6-Phasen-Gleichrichter
1	Frequenz	150	300
	Eff.-Wert	0,177 U	0,04 U
2	Frequenz	300	600
	Eff.-Wert	0,04 U	0,01 U
3	Frequenz	450	900
	Eff.-Wert	0,018 U	0,004 U
4	Frequenz	600	1200
	Eff.-Wert	0,01 U	0,0025 U
5	Frequenz	750	1500
	Eff.-Wert	0,006 U	0,0016 U
6	Frequenz	900	1800
	Eff.-Wert	0,004 U	0,001 U

C. Messung der Störspannung.

Für die Größe der Beeinflussung sind die in der Installation des Abnehmers anstehenden Wechselspannungen maßgebend. Eine quantitative Bestimmung der Größe der Beeinflussung könnte durch Messung des Effektivwertes dieser mehrwelligen Spannung nach

$$U = \sqrt{\sum_{\nu=1}^{n} u_\nu^2} \qquad (4)$$

durchgeführt werden. Dabei sind durch u_ν die Effektivwerte der einzelnen Komponenten dargestellt. Eine solche Messung kann in verhältnismäßig einfacher Weise nach Abb. 2 erfolgen. Für diese Meßschaltung muß die Bedingung erfüllt sein: $R_c < R_m$ (R_c Wechselstromwiderstand des zur Blockierung vorgeschalteten Kondensators, R_m Widerstand des Voltmeters). Eine Messung dieser Art hat den Vorteil, objektiv zu sein; sie trägt jedoch der Frequenzbewertung durch das beeinflußte Ohr nicht Rechnung.

Zur objektiven Erfassung[1] der Größe der Beeinflussung muß eine entsprechende Frequenzbewertung der überlagerten Wechselspannungen erfolgen. Sie wird in praxi durch Zwischenschaltung einer Siebkette mit entsprechendem Dämpfungsverlauf durchgeführt. Für die Fernsprechtechnik sind solche Siebketten von Osborne und Dreifuß geschaffen. Neben einer Frequenzvervielfachung berücksichtigen sie noch den Frequenzgang des Fernmeldehörers. Sie scheinen also zur Messung von Rundfunkbeeinflussung zunächst nicht geeignet zu sein.

Es ist deshalb vorgeschlagen, für die Messung der Beeinflussung von Einrichtungen des Rundfunks ein Filter zu benutzen, das die Reizschwellenkurve des Ohres, die „reine Ohrcharakteristik", nachbildet. Eine durch den Kopplungsvorgang oder anderswie bedingte Frequenzbewertung findet nicht statt. Die mit Hilfe eines solchen Filters frequenzbewertet gemessene Spannung wird bekanntlich als Störspannung bezeichnet. Sie genügt der Beziehung

$$U_{st} = \sqrt{\sum_{\nu=1}^{n} u_\nu^2\, c_\nu^2} \qquad (5)$$

(u_ν Effektivwert der überlagerten Spannung, c_ν Frequenzbewertungsfaktor).

In praxi wird die Störspannungsmessung außerdem noch mit einer vereinfachten subjektiven Methode[2] durchgeführt. Diese Methode vergleicht die Intensität eines durch Summer erzeugten und über einen Spannungsteiler an ein Telephon gelegten Tones von 800 Hz mit der des Geräusches vom Starkstromnetz.

D. Fernsprech-Formfaktor und Rundfunk-Formfaktor.

Die Beeinflussungstechnik bezeichnet das Verhältnis

$$f = \frac{U_{st}}{U} \qquad (6)$$

als Fernsprech-Formfaktor (U_{st} frequenzbewertete Störspannung [mit Osbornekette], U mittlere Gleichspannung des Gleichstromerzeugers). Diese Definition könnte entsprechend auf den vorliegenden Tatbestand angewendet werden. Danach würde durch Gl. (6) der Rundfunk-Formfaktor bestimmt, wenn U_{st} nach der reinen Ohrcharakteristik frequenzbewertet wird.

E. Praktische Größe der Störspannung.

Die für den idealen Gleichrichter aus Zahlentafel 1 bei Frequenzbewertung gemäß der Ohrkurve errechneten Störspannungen entsprechen nicht den im Betrieb gemessenen. In Wirklichkeit tritt im allgemeinen durch zunehmende Verzerrung der Kurve der überlagerten Wechselspannung mit wachsender Belastung eine Zunahme der Störspannung ein. In Abb. 3 sind Kurven[3] von Geise und Plathner gezeigt, die diese Zunahme der Verzerrung der Spannungskurven und damit der Störspannung bei Belastung erkennen lassen. Bei Untersuchungen der BEWAG, die von Schulze durchgeführt wurden, ist allerdings in Einzelfällen bei Sechsphasen-Gleichrichtern mit wachsender Last eine Abnahme der Störspannung festgestellt worden. Bei Spannungsunsymmetrien auf

[1] Roehmann, Die Fernsprechstörwirkung von Gleichrichterbahnen, Dissertation T. H. Breslau 1928. Klewe, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 220 (1926).

[2] Zastrow u. Benda, ETZ 1925, S. 1478. Küpfmüller, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 3, S. 924.

[3] Geise u. Plathner, AEG-Mitt. 1929, S. 714.

Digitized by Google

der speisenden Seite können außerdem noch andere Frequenzen als die durch Gl. (2) bestimmten auftreten. Eine weitere Änderung der Störspannung kann durch die Abhängigkeit vom Formfaktor der speisenden Drehstromseite eintreten[4]. Der praktische Mittelwert des Fernsprech-Formfaktors dürfte

für Sechsphasen-Gleichrichter bei rd. 0,03

liegen. Die Werte des Formfaktors beim Verbraucher liegen infolge Spannungsteilung über Vor- und Parallelwiderstände für Tonfrequenz in Form von Zuleitungswiderständen, parallelgeschalteten Maschinen oder Batterien in zahlreichen Fällen niedriger. Messungen zur Erfassung dieser Verhältnisse wurden durchgeführt. In dem untersuchten Falle arbeitete die Gleichrichterstation parallel einer im Hauptwerk aufgestellten Batterie mit einer maximal abgebbaren Leistung von 88 kW. Demgemäß mußte bei Richtigkeit des eingangs besprochenen Ersatzschaltbildes die Störspannung von einem Höchstwert im Gleichrichterwerk nach dem Aufstellungsort der Batterie zu längs der Zuleitungsinduktivität abfallen. In Abb. 4 ist angedeutet, wie die einzelnen Meßpunkte lagen. Zu jedem Meßpunkt ist der gemessene Formfaktor angegeben und die zu erwartende Abnahme nachgewiesen.

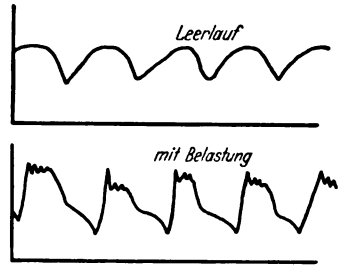


Abb. 3.

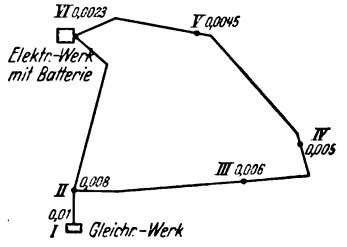


Abb. 4.

F. Maßnahmen am Gleichrichter.

Es bestehen folgende Möglichkeiten für die Herabsetzung des Rundfunk-Formfaktors, die sich zum Teil aus dem vorangehenden ergeben:

1. Vergrößerung des inneren Wechselstromwiderstandes,
2. gleichzeitige Herabsetzung des Wechselstrom-Belastungswiderstandes.

Bezüglich des ersten Punktes sei auf die eingangs besprochene Ersatzschaltung verwiesen. Infolge der Spannungsteilung über R_i, R_z und R_v kann eine Herabsetzung der an den Sammelschienen anliegenden Wechselspannung durch Vergrößerung von R_i erfolgen. Für diesen Zweck können Induktivitäten benutzt werden. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist in Frage gestellt, wenn Reihenresonanz zwischen dieser Induktivität und dem Wechselstromwiderstand der Belastung für eine Oberharmonische auftritt[5]. Infolge der Veränderlichkeit von R_a ist die störungsmindernde Wirkung der Induktivität lastabhängig. Außerdem ist die Anwendbarkeit durch wirtschaftliche Momente (zulässige Größe der Verluste usw.) stark eingeengt.

Eine weitergehende und einigermaßen definitive Herabsetzung der an den Sammelschienen anliegenden Störspannung kann erreicht werden, wenn mit der Erhöhung von R_i eine gleichzeitige Herabsetzung von R_a verbunden wird. Sie erfolgt im einfachsten Falle durch Parallelschaltung eines genügend kleinen Wechselstromwiderstandes zu R_a. Im Betriebe kommen für diesen Zweck parallellaufende Generatoren, Motoren[6], Batterien oder Wellensauger[7] in Frage. Dabei müssen sowohl Parallel- als auch Serienresonanzen mit den in der Schaltung bereits vorhandenen Blindwiderständen, soweit möglich, vermieden werden. Bei Batterien mittlerer Leistung scheint infolge der gegenläufigen Änderung des Blind- und Wirkwiderstandes einer Batterie in Abhängigkeit von der Batterieleistung ein Minimum des Wechselstromwiderstandes aufzutreten. Zahlentafel 2 gibt Werte von Messungen aus zwei allerdings sehr günstig liegenden Einzelfällen für

Zahlentafel 2.

Schaltungszustand	Rundfunk-Formfaktor
Gleichrichter + Ausgleichsatz	0,015
Gleichrichter + Ausgleichsatz + Batterie	0,09
Gleichrichter + Ausgleichsatz + Diesel + Batterie	0,007

Gleichrichter	80	kW
Batterie . . . . . rd.	20	„
Dieselgenerator	66	„

Gleichrichter kleiner Leistung, deren innerer Widerstand durch Kathodendrosseln erhöht war. In diesem Falle konnten neben dem ständig mitlaufenden Ausgleichsatz noch eine Batterie und ein Dieselgenerator parallelgefahren werden, die in unmittelbarer Nähe des Gleichrichters aufgestellt waren.

Im Hinblick auf die Fortschritte im Empfängerbau hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen niederfrequente Störungen dürften sich zusätzliche Schutzmaßnahmen an Gleichrichtern, die auf Ortsnetze arbeiten, im allgemeinen erübrigen. Außerdem kann bei der mangelnden Kenntnis über die Empfindlichkeit der älteren Empfängertypen gegen niederfrequente Beeinflussung und über den Grad der Kopplung der Empfangsanlagen mit dem Starkstromnetz nicht gesagt werden, ob die durch zusätzliche Maßnahmen am Gleichrichter erreichte Herabsetzung der Störspannung an den Sammelschienen allgemein genügt.

G. Arten der Kopplung.

Die Beeinflussung der Empfangsanlagen kann durch galvanische, induktive oder kapazitive Kopplung der Empfangsanlage mit dem Starkstromnetz erfolgen. Die Beobachtung von praktischen Beeinflussungsfällen ergibt, daß der weitaus größte Teil der Beeinflussungen von Netzanschlußgeräten auf galvanische Kopplung zurückzuführen ist, während kapazitive Kopplung hauptsächlich bei älteren Batteriegeräten auftritt. Induktive Kopplungen sind nur in Ausnahmefällen zu erwarten.

1. Galvanische Kopplung. — Im Gegensatz zu den Netzanschlußgeräten für Wechselstrom, welche durch einen Transformator vom Netz getrennt sind, so daß der Empfänger von den Erdungsverhältnissen unabhängig ist, stehen Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger in direkter galvanischer Verbindung mit dem Netz. Demgemäß kann die Störspannung direkt auf die Anoden- und Gitterspannung des Empfängers einwirken und außerdem in Abhängigkeit von den Erdungsverhältnissen zu nicht überwachbaren Ausgleichströmen infolge kapazitiver Erdunsymmetrie führen[8]. Diese Einwirkung ist dann besonders groß, wenn keine oder ungenügende Siebmittel verwendet werden. Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger sollten daher von vornherein mit genügenden Filtereinrichtungen ausgestattet werden, die ein einwandfreies Arbeiten noch bei solchen Störspannungen erwarten lassen, wie sie bei Gleichrichterspeisung auftreten können.

Für Dreileiternetze ist zu beachten, daß die Drossel des Siebgliedes im Außenleiter liegen muß. In solchen Ortsnetzen, in denen Empfänger zuweilen zwischen die Außenleiter geschaltet werden (2 · 120 V), dürfte es besser sein, die Induktivität auf beide Außenleiter zu verteilen. Bei der Behebung von galvanischen Beeinflussungen haben sich an Empfängern mit nicht ausreichenden Siebmitteln die im Handel erhältlichen Siebmittel zum Zwischenschalten bewährt. Lediglich an Geräten, die infolge ungeeigneter Konstruktion auch noch kapazitiv beeinflußt werden, müssen weitere Maßnahmen getroffen werden.

2. Kapazitive Kopplung. — Die größte Empfindlichkeit gegen niederfrequente statische Felder zeigen diejenigen Röhren im Empfänger, deren Gitter durch Hochohmwiderstände und Kapazitäten abgeschlossen sind. Diese Bedingung ist beim Audion und unter Umständen bei nachfolgenden Widerstandsverstärkerstufen erfüllt. Die kapazitive Beeinflussung betrifft in diesen Fällen sowohl die Röhrenelektroden selbst als auch die angeschlossenen Leitungen. Sie nimmt besonders große Werte an, wenn lange Gitterleitungen vorhanden sind oder wenn eine zusätzliche Störanfälligkeit dadurch geschaffen ist, daß beispielsweise nicht abschaltbare Gitterleitungen zu Anschlußklemmen für einen Tonabnehmer geführt sind.

Wie bei allen kapazitiven Beeinflussungen kann auch hier durch einfache Abschirmmaßnahmen eine genügende Entkopplung erreicht werden. Zu diesem Zweck müssen die von der Beeinflussung betroffenen Teile festgestellt werden. Man geht so vor, daß man nach Öffnen des in

[4] Gelse u. Plathner, ETZ 1931, S. 537.
[5] Zastrow u. Benda, wie Fußnote 2.
[6] Rathke, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 161 u. 185 (1931).
[7] Schenkel, Elektr. Bahnen Bd. 2, S. 217 (1926). Aubort, Elektr. Bahnen. Erganz.-Heft 1928, S. 49.
[8] Mandel, Sachsenwerk-Mitt. 1932, S. 39.

Digitized by Google

Betrieb befindlichen Empfängers die Kopplung der entsprechenden Empfängerteile durch Berühren mit der Hand erhöht. Durch systematisches Abtasten der Röhren und der obengenannten Schaltteile, beginnend vom Audion nach dem Empfängerausgang, werden die abzuschirmenden Teile bestimmt. Gewöhnlich sind folgende Maßnahmen zu treffen:

1. Abschirmung des Audionrohres durch eine geerdete Metallkappe,
2. Verkürzung oder Abschirmung zu langer Gitterleitungen des Audions,
3. Abschirmung von Tonabnehmerleitungen.

Nur in seltenen Fällen ist es nötig, auch die folgenden Niederfrequenz-Verstärkerröhren in gleicher Weise zu behandeln. Alle genannten Maßnahmen lassen sich mit einfachen Mitteln durchführen.

Einfache Primärempfänger können außerdem über die galvanisch mit dem Abstimmkreis des Audions verbundene Antenne beeinflußt werden. Durch Zwischenschaltung eines Kondensators, dessen Widerstand für Tonfrequenz genügend hoch ist, kann diese Art der Beeinflussung aufgehoben werden.

Bei der Untersuchung praktischer Störungsfälle sind folgende Fälle typisch:

1. Netzanschluß-Empfänger mit ungenügender Filterung,
2. Netzanschluß-Empfänger mit kapazitiver Beeinflussung entweder durch ungeeignete Leitungsführung im Innern des Empfängers oder ungenügende Schirmung empfindlicher Teile gegen die Außeninstallation,
3. Batterie-Empfänger mit ungenügender Schirmung.

Störungen der Gruppe 1. werden durch Zwischenschaltung eines Filters beseitigt. Störungen der Gruppen 2. und 3. erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen durch Abschirmung. Hohe Empfindlichkeit gegen niederfrequente Beeinflussungen zeigen beispielsweise ältere Batterie-Empfänger, die meistens weder genügend abgeschirmt sind, noch Glättungsglieder in den Anoden- und Gitterkreisen besitzen. Werden solche Empfänger mit langen Batterieschnüren über ein Zusatzgerät aus dem Netz gespeist, so tritt eine entsprechende Erhöhung der Beeinflussung auf. Durch systematische Fehlersuche kann dann auch in diesen Fällen die kapazitive Beeinflussung in der oben angedeuteten einfachen Weise beseitigt werden.

3. Induktive Kopplung. — Die Voraussetzung einer induktiven Beeinflussung, nämlich das Vorhandensein genügend starker tonfrequenter Ströme, ist nur in Ausnahmefällen gegeben. Ein solcher Fall liegt beispielsweise dann vor, wenn ein Gleichrichterwerk mit einer getrennt liegenden Batterie oder einem größeren Generator, d. h. einem niederfrequenten Kurzschluß, parallel arbeitet, oder wenn zwei örtlich getrennte, aber parallel arbeitende Gleichrichterwerke sich bezüglich ihrer Oberwellen in Phasenopposition befinden[9]. Dabei muß außerdem noch die Bedingung erfüllt sein, daß der zwischengeschaltete Widerstand der Zuleitungen genügend klein ist. Die Beeinflussung erfolgt dann durch Induzierung von Längsspannungen in Antennen, die parallel zu den Zuleitungen verlaufen. Dann können einfache Primärempfänger mit galvanischer Ankopplung der Antenne an den Gitterkreis des Audions beeinflußt werden. Bei Vorhandensein von Hochfrequenz-Verstärkerstufen ist eine induktive Kopplung der geschilderten Art unwirksam. Im erörterten Falle kann durch Vorschaltung eines Kondensators von rd. 200 cm Kapazität am Antenneneingang oder durch Übergang zum Sekundärempfang Abhilfe geschaffen werden.

III. Hochfrequente Beeinflussung.

Normalerweise geben Quecksilberdampf-Gleichrichter vom Standpunkt der Hochfrequenz-Beeinflussung nicht oder nur selten zu Beanstandungen Anlaß. Faßt man das Wandern des Lichtbogens im weitesten Sinne als Kommutationsvorgang auf, so könnten die im folgenden aufgeführten Punkte als Ursachen hochfrequenter Störungen in Frage kommen:

1. Kommutationsvorgang an den Hauptphasen,
2. „ „ „ Hilfsphasen,
3. negative Charakteristik des Lichtbogens.

Während durch den Kommutationsvorgang in unmittelbarer Nähe des Gleichrichters ein hochfrequentes Störfeld auftritt, dessen Reichweite normalerweise so gering ist, daß mit einer Beeinflussung der angeschlossenen Abnehmer — sei es durch Strahlung oder durch längs der Leitung geführte hochfrequente Energie — nur unter ungünstigen Umständen zu rechnen ist, sind in einigen Ausnahmefällen weiterreichende hochfrequente Störungen bei Glasgleichrichtern kleinerer Leistung beobachtet worden. Sichere Erkenntnisse über die Ursache des Auftretens hochfrequenter Störungen in diesen Ausnahmefällen liegen nicht vor[10]. Schaltungen zur Herabsetzung der Beeinflussung sind angegeben worden[11]. Infolge der hohen Stromlast kommt der Einbau von Hochfrequenzdrosseln nur in Ausnahmefällen in Frage. Meistens genügt die Beschaltung der Hauptphasen mit Kondensatoren (Abb. 5).

Auf folgende Möglichkeit hochfrequenter Beeinflussung mit niederfrequentem Toncharakter ist neuerdings hingewiesen worden[12]. Infolge der Antennenwirkung sowohl der speisenden Überlandleitungen als auch der Freileitungsnetze, auf welche Gleichrichter arbeiten, könnte durch den Gleichrichtungsprozeß eine Modulation der von den Leitungen aufgenommenen Sendeenergie mit dem Klangcharakter der Störspannungen erfolgen. Da es sich in diesem Falle um sekundär modulierte Hochfrequenzenergie handelt, die durch die Starkstromleitungen weiterverbreitet wird, könnte hier nur Abhilfe durch die bekannten Hilfsmittel zur Verhinderung hochfrequenter Beeinflussung, wie hochfrequente Verriegelung des Empfängers gegen das Netz, Abschirmung der im Bereich der Installationsleitungen liegenden Teile der Antenne usw.[13] geschaffen werden.

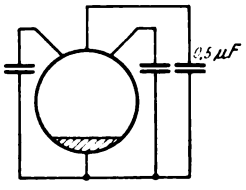


Abb. 5.

[9] Schulze, Elektr.-Wirtsch. Bd. 29, S. 26 (1930).

[10] Heinrich, ETZ 1928, S. 1297.
[11] Leithäuser, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 4, S. 435 (1927).
[12] Nach einer Bemerkung von Steidle (Siemens & Halske).
[13] Leithäuser, Funkbastler 1931, S. 529. Engel, Siemens-Rundfunk-Nachr. 1929, S. 78. Dennhardt, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 371 (1931).

Calan, ein neuer Isolierstoff für die Hochfrequenztechnik.

Für besonders hohe Ansprüche der Hochfrequenztechnik, z. B. als Dielektrikum für Kurz- und Ultrakurzwellen, stellt die Hescho[1] unter dem Namen „Calan" bzw. „Calan spezial" neuerdings einen unporösen keramischen Isolierstoff[2] her, der als sehr reines, hochmagnesiumhaltiges Silikat anzusprechen ist und sich, vgl. die nachstehende Zahlentafel[3], durch überraschend niedrige dielektrische Verluste auszeichnet.

Wellenbereich 150 ··· 25 m (2000 ··· 12000 kHz)	Verlustfaktor tg δ in 10^{-4}	Verlustfaktor tg δ in Proz.
Glimmer	1,7 ··· 1,6	0,017 ··· 0,016
Calan spezial	2,1 ··· 2,2	0,021 ··· 0,022
Quarzglas	2,8 ··· 2,7	0,028 ··· 0,027
Calan	3,6 ··· 3,8	0,036 ··· 0,038
Quarzgut	6,7 ··· 14,8	0,067 ··· 0,148
Mycalex	18	0,18

Zu dieser großen Überlegenheit kommt hinzu, daß sich Calan und Calan spezial vor dem Brande (bei rd. 1400 ° C) durch Drehen, Gießen und Ziehen verarbeiten und nachträglich durch Schleifen und Polieren auf höchste Maßgenauigkeit bringen lassen. Infolgedessen können daraus auch Isolierkörper schwierigster Formgebung angefertigt und selbst bei verhältnismäßig kleiner Stückzahl wirtschaftlich hergestellt werden. Hinzu kommt weiter, daß beide Isolierstoffe gegen Wärme und Feuchtigkeit unempfindlich sind und keinen Alterungs- oder Ermüdungserscheinungen unterliegen. Ihr Einbau in Geräte und hochwertige Kondensatoren gewährleistet daher eine völlige Konstanz der Abstimmung. Hervorzuheben ist schließlich noch, daß sich auf Isolierkörper aus diesen beiden Massen feuerversilberte Überzüge aufbringen und galvanisch oder durch Bespritzen zu lötfähigen Belägen verstärken lassen, so daß mit ihnen Metallarmaturen verlustfrei verbunden werden können. *Wa.*

[1] Calit/Calan-Druckschrift der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-Gesellschaft.
[2] DRP. Nr. 552 750.
[3] Nach Messungen von L. Rohde im Technisch-Physikalischen Institut der Universität Jena.

Digitized by Google

Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts*.

Von Dr.-Ing. **L. Bloch**, Berlin.

(Schluß von S. 395.)

4. Übertragung auf die subjektive und objektive Photometrie.

Was hier zunächst an dem Beispiel der photographischen Wirkungen gezeigt wurde, läßt sich zwanglos auf alle anderen Wirkungen von Strahlungsquellen übertragen, und aus diesem Grunde wurde etwas ausführlicher bei diesem ersten Beispiel verweilt. Wie bei der Übertragung dieser Betrachtungsweise auf andere Wirkungen und Strahlungsquellen vorzugehen ist, sollen weitere Beispiele zeigen und hierfür Gebiete ausgewählt werden, die gerade seit den letzten Jahren im Vordergrunde des Interesses stehen. Das folgende Beispiel soll die subjektive und objektive Photometrie behandeln. Auf der einen Seite stehen hier die Messungen mit den gebräuchlichen Photometern, bei denen die Fähigkeit des menschlichen Auges zum Unterscheiden von Helligkeitsunterschieden herangezogen wird. Demgegenüber stehen die Verfahren der objektiven Photometrie mit Benutzung von photoelektrischen Zellen, wobei die Wirkung des Lichts der Lichtquellen sich durch Änderung eines Widerstands oder Hervorrufung einer elektromotorischen Kraft äußert.

Der Gebrauch der Bezeichnung „Aktinität" für die verschiedenen Lichtquellen und Meßverfahren erscheint mir hier nicht besonders zweckmäßig. Ich will mich deshalb weiterhin hierfür der Bezeichnung „Wirkwert" bedienen. Die Ermittlung des Wirkwerts für verschiedene Meßverfahren und Lichtquellen ist in Tafel 3 näher erklärt. Hier wurde die photometrische Messung mit dem Flimmerphotometer als Bezugsverfahren angenommen und die Ermittlung der Wirkwerte für Messungen mit einer Sperrschicht-Photozelle gezeigt. Als Normallampe wurde die in der obersten Zeile aufgeführte luftleere Metalldrahtlampe für 60 HK herangezogen. Aus ihrer Lichtstärke und den Ablesungen mit dem Flimmerphotometer (mit Skt = Skalenteilen in der Tafel bezeichnet) ergibt sich die Photometerkonstante $c_f = 5$ für das Flimmerphotometer, und aus den Ablesungen am Meßgerät der Sperrschichtzelle die Photometerkonstante $c_s = 1{,}2$ für die Sperrschichtzellen-Messung. Mit Benutzung dieser Photometerkonstanten ergeben sich nunmehr je nach Art der Lichtquelle mehr oder weniger verschiedene Werte für die mit Flimmerphotometer und mit Sperrschichtzelle bestimmten Lichtstärken. Die Wirkwerte für die verschiedenen Lichtquellen ergeben sich nunmehr jeweils als Quotienten der beiden Werte. Sie sind für die Sperrschichtzelle in der letzten Spalte der Tafel angegeben, während für das Flimmerphotometer als Bezugsmeßverfahren die Wirkwerte durchweg 1 sind. Wie sich aus der Tafel 3 ergibt, muß also das Produkt aus Ablesung und Photometerkonstante jeweils durch den Wirkwert dividiert werden, um die für das Bezugsmeßverfahren gültige Lichtstärke aus den Ergebnissen eines anderen Meßverfahrens zu erhalten.

Zahlentafel 3. Beispiele für die Ermittlung der Wirkwerte bei Messungen mit einer Sperrschichtzelle.

Lichtquellen	Flimmer-Photometer			Sperrschichtzelle		
	Ablesung	Lichtstärke	Wirkwert	Ablesung	Ablesung mal Meßkonst.	Ermittlung des Wirkwertes
Gang der Rechnung	Skt a_f	HK $I = c_f a_f$	1	Skt a_s	$c_s a_s$	$\frac{c_s a_s}{I} = W$
Normallampe (Drahtlampe)	12	60	1	50	60	$\frac{60}{60} = 1$
Quecksilber-Leuchtröhre	30	150	1	120	144	$\frac{144}{150} = 0{,}96$
Neon-Leuchtröhre	50	250	1	312	375	$\frac{375}{250} = 1{,}5$

Eine etwas umfassendere Übersicht für eine größere Zahl von Lichtquellen und photometrischen Meßverfahren ist in der Tafel 4 gegeben. Als Normallichtquelle ist auch hier die luftleere Metalldrahtlampe für 10 Lm/W gewählt. An ihrer Stelle hätte man auch die Hefnerlampe wählen können; jedoch wurde hiervon abgesehen, weil die Hefnerlampe heute fast nur noch als Urnormal und kaum mehr als Gebrauchsnormal benutzt wird. Als Bezugs-Meßverfahren wurde die Messung mit dem Flimmerphotometer herangezogen, weil hier der Farbenunterschied der verschiedenen Lichtquellen für die Messungsergebnisse keine Rolle spielt. Mit gleicher Berechtigung hätte auch die Photometrie mit Farbenausgleich als Bezugsverfahren gewählt werden können. Für die Normal-Lichtquelle und für das Bezugsmeßverfahren sind, wie oben gezeigt, jeweils die Werte 1 für den Wirkwert einzutragen.

Zahlentafel 4. Wirkwerte für die Messung der Lichtstärke verschiedener Lichtquellen mit Photometern und Photozellen.

Lichtquellen	Wirkwerte für Lichtmessungen mit:			
	Flimmer-Photometer	Tubus-Photometer ohne Farbausgleich	Photozelle Type A	Photozelle Type B
Drahtlampe 10 Lm/W	1	1	1	1
Nitralampe 20 Lm/W	1	1,02	1,44	0,98
Tageslicht	1	1,03	3	1,29
Gasglühlicht	1	1	1,2	0,89
Quarz-Quecksilberlampe	1	1,05	1,86	0,95
Kadmium-Leuchtröhre	1	1,2 ··· 1,5	6	2
Natrium-Leuchtröhre	1	0,95 ··· 1,05	0,94	0,77
Neon-Leuchtröhre	1	0,87 ··· 0,98	0,51	1,5

In die Tafel sind außer den Bezugswerten die Wirkwerte für 7 verschiedene Lichtquellen und 3 verschiedene photometrische Meßverfahren aufgenommen. An erster Stelle sind die Wirkwerte für das Tubusphotometer ohne Farbausgleich eingetragen. Sie weichen um so mehr von dem Wert 1 ab, je größer der Farbenunterschied zwischen der benutzten Lichtquelle und der Normallampe ist. Schon bei geringen Farbenunterschieden, wie z. B. bei den Nitralampen für 20 Lm/W, zeigen sich hier Unterschiede gegenüber dem Wert 1. Ob sie bei Messungen zu berücksichtigen sind, hängt von dem verlangten Genauigkeitsgrad ab. Bei den ausgesprochen farbigen Leuchtröhren sind für die Wirkwerte 2 Grenzwerte eingetragen. Sie geben den niedrigsten und höchsten Betrag der Wirkwerte an, die von einer größeren Zahl von Beobachtern gemessen wurden. Bei derart großen Farbenunterschieden muß jedem Beobachter ein besonderer Wirkwert zuerteilt werden, wenn man überhaupt solche Messungen mit dem Tubusphotometer ohne Farbausgleich durchführen will.

Die nächste Spalte der Tafel 3 zeigt die Wirkwerte für eine vorzugsweise für blaues Licht empfindliche Photozelle. Die große Verschiedenheit der Wirkwerte zeigt deutlich die starke Abhängigkeit von der Lichtfarbe bei Messungen mit Zellen dieser Art. Schon zwischen den Glühlampen für 10 und 20 Lm/W zeigt sich ein Unterschied von 44 % im Wirkwert. Man wird natürlich eine derartige Zelle nicht ohne weiteres für photometrische Messungen benutzen, sondern sie durch ein Farbfilter der Augenempfindlichkeit mehr anpassen. Bei jeweiliger Bestimmung und Berücksichtigung der Wirkwerte würde man allerdings auch mit der Zelle ohne Filter Lichtmessungen ausführen können. Erfreulicherweise verfügen wir aber heute über Zellen, die der Augenempfindlichkeitskurve bedeutend näher kommen, und deren Messungsergebnisse erheblich weniger von der Lichtfarbe abhängig sind.

Die letzte Spalte der Tafel 4 zeigt die Wirkwerte für die heute vielfach in Gebrauch befindliche Silberselenid-Sperrschichtzelle. Diese Zelle kommt der Augenempfindlichkeit schon so nahe, daß zwischen den Lampen für 10 und 20 Lm/W nur 2 % Unterschied im Wirkwert auftreten, also nicht mehr als beim Tubusphotometer ohne Farbausgleich. Man wird also bei den üblichen Ansprüchen an photometrische Genauigkeit einen weiten Bereich von Glühlampen verschiedener Lichtausbeute ohne Berücksichtigung des Wirkwerts messen können. Mit Berücksichtigung des Wirkwerts kann dagegen die Meßgenauigkeit noch erheblich erhöht werden. Es erscheint deshalb zweckmäßiger, bei Messung verschiedenartiger Lichtquellen mit derartigen Sperrschichtzellen jeweils den Wirkwert für die zu untersuchende Lichtart zu bestimmen und damit zu rechnen. Man kann allerdings auch durch Aussuchen eines Lichtfilters oder

* Nach einem Vortrag in der gemeinsamen Mitgliederversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für technische Physik und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 28. X. 1932.

Digitized by Google

einer geeigneten Kombination von mehreren Filtern die spektrale Empfindlichkeit der Sperrschichtzelle mit der Augenempfindlichkeit ganz in Übereinstimmung zu bringen versuchen[3]. Mit einer gewissen Annäherung wird man sich dabei wohl meist begnügen müssen. Wenn man auf Grund von Messungen mehrerer Lichtarten eine befriedigende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der subjektiven Photometrie festgestellt hat, so kann es doch immer noch andere Lichtquellen geben, die größere Abweichungen zeigen. Die Berücksichtigung aller Abweichungen durch Benutzung des Wirkwerts erscheint mir deshalb der einfachere und sicherere Weg.

Die Wirkwerte für derartige Messungen mit Sperrschichtzellen können auch auf dem oben erwähnten wissenschaftlichen Weg mit Hilfe der spektralen Energieverteilungs- und Empfindlichkeitskurven bestimmt werden. Über Untersuchungen dieser Art berichtete neuerdings Krefft[4]. An verschiedenen Beispielen konnte er zeigen, daß die auf spektralem Wege ermittelten Eichwerte mit den durch Messung mit dem Flimmerphotometer erhaltenen Werten recht gut übereinstimmen.

5. Der Wirkwert als Typen- oder Individuen-Kennzeichen.

An dieser Stelle ist noch eine andere, sehr nahe liegende Frage zu klären. Sind die Wirkwerte ein Charakteristikum für bestimmte Lichtquellen und bestimmte Photozellen-Arten, oder fallen sie für jedes einzelne Zellen- und Lichtquellen-Individuum immer wieder anders aus? Einige in Tafel 5 als Beispiel zusammengestellte Mes-

Zahlentafel 5. Wirkwerte für die Messung von verschiedenen Quecksilberlampen mit mehreren Photozellen gleicher Art.

Lichtquellen	Flimmer-Photometer	Wirkwerte für Selen-Sperrschichtzelle		
		a	b	c
Drahtlampe 10 Lm/W	1	1	1	1
Niederdruck-Quecksilberlampe	1	0,95	0,96	0,95
Quarz-Quecksilberlampe	1	0,93	0,98	0,95
Hochdruck-Quecksilber-Leuchtröhre . .	1	0,79	0,80	0,82

sungsergebnisse sollen Aufschluß hierüber geben. Als Bezugswerte gelten hier wieder ebenso wie in der vorhergehenden Tafel die Messungen mit dem Flimmerphotometer und der Metalldrahtlampe für 10 Lm/W. Die Tafel enthält Wirkwerte für drei verschiedene Arten von Quecksilberlampen und drei verschiedene Selen-Sperrschichtzellen gleichen Fabrikats aus verschiedenen Fabrikationsperioden. Wie aus dem Vergleich der einzelnen Wirkwerte zu entnehmen ist, stimmen die Werte für die 3 Zellen bis auf ± 2 % überein. Man kann sie also, wenn man keine größere Genauigkeit verlangt, als Charakteristikum für die Zellenart bezeichnen, und nur bei größeren Ansprüchen an die Genauigkeit muß der Wirkwert für jede einzelne Zelle bestimmt werden.

In gleicher Weise gilt dies für die verschiedenen Lichtquellen. Auch hier ist der Wirkwert das Kennzeichen der Lichtquellenart. Recht deutlich geht dies aus dem Vergleich der Wirkwerte für die Niederdruck-Quecksilberlampe und die Quarz-Quecksilberlampe hervor, die an sich schon recht erhebliche Verschiedenheiten zeigen, aber doch nur um höchstens 2 % voneinander verschiedene Wirkwerte ergaben. Bei neu entwickelten Lichtquellen muß man dabei allerdings immer eine gewisse Vorsicht walten lassen und Kontrollversuche vornehmen, wie dies die Wirkwerte für die Hochdruck-Quecksilberröhre in der letzten Zeile der Tafel zeigen. Obwohl wir es auch hier mit einer Quecksilberlampe zu tun haben, ist der Wirkwert für diese Leuchtröhren doch um etwa 15 % niedriger als für die beiden anderen Arten von Quecksilberlampen.

Von einer Angabe von Wirkwerten für verschiedene Exemplare derselben Lampenart wurde hier abgesehen. Denn bei derartigen Messungen haben wir stets innerhalb der Meßgenauigkeit übereinstimmende Zahlen für den Wirkwert erhalten.

Die Einführung des Wirkwerts hat sich für die Messung von Lichtquellen verschiedener Art mit Sperrschichtzellen als praktisch recht zweckmäßig erwiesen. Aber auch für die subjektive Photometrie kann der Wirkwert in vielen Fällen recht gute Dienste leisten, sobald die zu untersuchende Lampe und die Normallampe verschiedene Lichtfarbe aufweisen.

[3] Vgl. Dresler, Licht Bd. 3, S. 41 (1933).
[4] Krefft, Licht Bd. 2, S. 203 (1932).

6. Anwendung des Wirkwerts für das Ultraviolettgebiet.

Die Kennzeichnung der Wirkung der verschiedenen Strahlungsquellen mit Hilfe des Wirkwerts beschränkt sich nicht ausschließlich auf das sichtbare Gebiet, sondern kann auch sinngemäß auf das ultrarote und das ultraviolette Gebiet ausgedehnt werden. Wie man hierbei vorzugehen hat, soll jetzt noch an einem Beispiel aus dem Ultraviolettgebiet besprochen werden. Gerade auf diesem Gebiete ist im Laufe der letzten Jahre viel gearbeitet worden. Es erscheinen immer mehr verschiedene Ultraviolettstrahler auf der Bildfläche und sie finden immer mehr praktische Anwendungsgebiete. Neben die früher allein herrschenden Quarz-Quecksilberlampen und Bogenlampen mit Elektroden verschiedener Zusammensetzung sind neuerdings die Glühlampen mit Ultraviolettgehalt (Vitalux-Lampe) und die Wolfram-Quecksilberlampen (Solarca-, Sunlight- und Ultrasollampe) sowie noch andere Arten von Quecksilberlampen (Quarz-Cadmiumlampe, Quecksilber-Effektleuchtröhre) getreten. Ebenso werden auch immer wieder andere Anwendungen und Wirkungen der Ultraviolettstrahlung bekannt und in den praktischen Gebrauch eingeführt. Daneben sind in den letzten Jahren eine Reihe von Meßverfahren entstanden, die zur Messung der Ultraviolettwirkung der verschiedenen Strahlungsquellen dienen sollen. Zahlenmäßige Angaben für die Ergebnisse der verschiedenen Wirkungen und Meßverfahren sind schon in größerer Zahl bekannt geworden. Nur gehen sie leider meist von ganz verschiedenen Grundlagen aus und sind deshalb schwer miteinander vergleichbar. Insbesondere sind die Angaben für die Wirkung der Ultraviolettstrahlung bei Benutzung verschiedener Strahlungsquellen noch recht spärlich und beschränken sich in der Hauptsache auf die Erythemwirkung, ganz ebenso wie auch von den spektralen Empfindlichkeitskurven bisher nur wenige genau bekannt sind. Es dürfte deshalb die Übertragung der Kennzeichnung der Wirkung der Strahlungsquellen mit Hilfe der Wirkwerte für das Ultraviolettgebiet als ein Beitrag zur Klärung der Verhältnisse auf diesem Gebiete von einigem Interesse sein.

Wie hier vorzugehen ist und welche Schlüsse aus den Ergebnissen gezogen werden können, soll wieder an einigen Beispielen gezeigt werden, die in Tafel 6 zusammengestellt sind.

Zahlentafel 6. Wirkwerte für die Ultravioletttwirkung verschiedener Strahlungsquellen.

Strahlungsquellen	Flimmer-Photometer	Wirkwerte für Ultraviolett				
		Meßverfahren				Erythem-Wirkung
		Cadmiumzelle ohne Filter	Cadmiumzelle mit Filter	Fluoreszenz	Sperrschichtzelle mit Schwarzglas	
A	1	1	1	1	1	1
B	1	80	60	20	3	70
C	1	4 000	350	130	12	400
D	1	18 000	100	240	28	1000

Es sind hierfür vier verschiedene Strahlungsquellen herangezogen worden. Sie sind mit den Buchstaben A ··· D bezeichnet; da auf diesem Gebiete ein edler Wettstreit der verschiedenen Fabrikate besteht, wurde von der Angabe der Namen der Strahlungsquellen abgesehen. Als Bezugs-Strahlungsquelle wurde die mit der geringsten Menge an ultravioletter Strahlung gewählt, um für alle Strahlungsquellen Wirkwerte über 1 zu erhalten. Mit der Zeit wird man sich ebenso wie für das sichtbare Gebiet über eine bestimmte Normal-Strahlungsquelle für Ultraviolettstrahlung einigen müssen. Es liegen hierfür schon verschiedene Vorschläge vor, z. B. die von Pirani vorgeschlagene und entwickelte Strömungs-Glühlampe mit freier Ausstrahlungsöffnung oder auch Glühlampen mit Quarzfenster, die bei einer festzulegenden Farbtemperatur oder Lichtausbeute zu betreiben sind. Solange hierüber noch keine Festsetzungen getroffen sind, besteht noch freie Wahl hinsichtlich der Bezugs-Strahlungsquelle, auf die alle Wirkwerte zu beziehen sind.

Horizontal nebeneinander sind in der Tafel eine Reihe von Meßverfahren für die Ultraviolettstrahlung und außerdem Werte für die Erythemwirkung angegeben. Hier mußte zunächst eine Festsetzung für das Bezugsmeßverfahren getroffen werden. Wenn es bereits ein allgemein gebräuchliches und anerkanntes Ultraviolett-Meßverfahren geben würde, könnte dieses als Bezugswert eingeführt und benutzt werden. Bisher ist dies aber noch nicht der Fall, und es besteht deshalb auch hier freie Wahl für den Bezugswert. In vorliegendem Beispiel wurde als Bezugswert ebenso wie bei dem früheren Bei-

Digitized by Google

spiel die photometrische Messung mit dem Flimmerphotometer benutzt. Es mag auf den ersten Blick eigentümlich erscheinen, wenn man für die Bewertung von Ultraviolettstrahlern ihre Lichtwirkung mit heranzieht. Der Fall liegt aber hier ganz ähnlich wie bei den spektralen Energieverteilungskurven von Strahlungsquellen. Wenn man für sie nur relative Werte angibt, kann man alle für die verschiedenen Wellenlängen angegebenen Werte ebensogut auf den Wert für eine Wellenlänge im ultravioletten Gebiet als 100 % beziehen, wie auch auf eine Wellenlänge im sichtbaren Gebiet zurückgreifen. Aus diesen Gründen wurde im vorliegenden Beispiel die Messung mit dem Flimmerphotometer als Bezugsmeßverfahren herangezogen. Die Berechtigung hierzu ergibt sich auch daraus, daß alle unsere Ultravioletttstrahler sichtbares Licht ausstrahlen. Bei Betrachtung von Ultravioletttstrahlern, die kein sichtbares Licht ausstrahlen oder bei denen das sichtbare Licht durch Filter ganz unterdrückt ist, würde man natürlich nicht so vorgehen können.

In den Beispielen der Tafel 6 werden 3 verschiedene Ultraviolett-Meßverfahren behandelt. Das erste benutzt die Cadmium-Photozelle; der von ihr bei Ultravioletttbestrahlung durchgelassene Strom kann mit Hilfe einer Verstärkeranordnung gemessen werden, oder man kann auch mit einem Elektrometer die Entladungsgeschwindigkeit eines an die bestrahlte Cadmiumzelle angeschlossenen Kondensators messen. Für dieses Meßverfahren sind 2 Werte angegeben, einmal ohne Filter und einmal mit Benutzung eines Uviolglas-Filters, das die spektrale Empfindlichkeitskurve der Cadmiumzelle der Erythemkurve nach Möglichkeit angleicht. Das zweite Meßverfahren beruht auf der Fluoreszenz von Bleiglas. Ihre Intensität kann mit einem Leuchtdichtemesser gemessen werden und ist der Stärke der Ultravioletttbestrahlung proportional, wenn das sichtbare Licht des Strahlers durch ein ultravioletttdurchlässiges Schwarzglas abgefiltert wird. Das dritte Meßverfahren benutzt die Empfänglichkeit der Sperrschicht-Photozelle für Ultravioletttstrahlung, wobei auch hier das sichtbare Licht durch ultravioletttdurchlässiges Schwarzglas von der Zelle ferngehalten wird. Schließlich ist in der Tafel auch noch eine Ultravioletttwirkung aufgeführt, u. zw. die Erzeugung eines Erythems auf der menschlichen Haut. Es wurde hierbei die Bestrahlung festgestellt, die für ein beginnendes Erythem erforderlich ist. Die hier als Mittelwert für mehrere Versuchspersonen erhaltenen Messungsergebnisse wurden auch durch ganz unabhängig hiervon aufgenommene amerikanische Messungsergebnisse recht gut bestätigt.

Die in der Tafel 6 aufgeführten Wirkwerte haben für die Ultravioletttstrahlung dieselbe Bedeutung, wie es in den früheren Beispielen für die sichtbare Strahlung gezeigt wurde. Sie werden in gleicher Weise gemessen, wie in der Tafel 3 eingehend dargestellt ist. Beispielsweise bedeutet der Wirkwert 4000 für die Strahlungsquelle C bei Messung mit der Cadmiumzelle ohne Filter, daß dieselbe Stromstärke am Meßinstrument wie mit der Bezugsstrahlungsquelle A erhalten wird, wenn die Beleuchtungsstärke auf der Cadmiumzelle bei Verwendung der Strahlungsquelle C den 4000. Teil der Beleuchtungstärke wie bei der Bezugstrahlungsquelle A erreicht. Bei Benutzung der Cadmiumzelle mit Filter wird dagegen das Verhältnis der Beleuchtungstärken für die beiden Strahlungsquellen C und A unter sonst gleichen Bedingungen auf 1 : 350 herabgedrückt. Dieselbe Bedeutung haben auch die in der Tafel für die Erythemwirkung angegebenen Wirkwerte. Der Wirkwert 400 für die Erythemwirkung der Strahlungsquelle C bedeutet hiernach, daß man zur Erzeugung eines beginnenden Erythems mit der Strahlungsquelle C nur $^1/_{400}$ an Luxminuten wie mit der Bezugstrahlungsquelle A aufzuwenden hat. Natürlich fallen derartige Zahlen für Erythemwirkung bei verschiedenen Versuchspersonen sehr verschieden aus, wie z. B. sehr eingehende Versuche von Ellinger[5] gezeigt haben. Ganz ebenso sind auch die Wirkwerte für Cadmiumzellen verschiedener Fabrikate und Ausführungsformen bisher noch recht verschieden. Bei Benutzung der Wirkwerte gewinnt man hierfür einen rascheren und einfacheren Überblick als bei Aufnahme der spektralen Empfindlichkeitskurven.

Vergleicht man die in Tafel 6 angegebenen Wirkwerte der verschiedenen UV-Meßverfahren mit den Wirkwerten für die Erythemwirkung, so läßt sich auf Grund dieser Werte das Meßverfahren heraussuchen, das der Erythemwirkung am besten angepaßt ist. Wie aus der Tafel zu ersehen ist, entsprechen die Wirkwerte der Cadmiumzelle mit Filter bei den Strahlungsquellen A, B und C am besten der Erythemwirkung. Es kann dann aber doch immer noch andere Strahlungsquellen geben, die erhebliche Abweichungen zeigen, wie dies für die Strahlungsquelle D bei Messung mit der Cadmiumzelle mit Filter zutrifft. Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse dieser Strahlungsquelle mit den anderen aufgeführten Strahlungsquellen bei Benutzung der Cadmiumzellen-Messungsergebnisse würde deshalb für die Strahlungsquelle D ganz andere Werte ergeben, als sie bei der Erythemwirkung erhalten werden.

Die Wirkwerte für die beiden anderen in der Tafel 6 aufgeführten Meßverfahren weichen zwar zahlenmäßig stark von den Erythemwirkwerten ab, sind aber wenigstens für die verschiedenen Strahlungsquellen in gleicher Weise abgestuft. Je niedriger die Wirkwerte eines Meßverfahrens liegen, desto mehr wird mit dem Meßverfahren das langwellige Ultraviolett, und desto weniger das kurzwellige Ultraviolett bewertet, wenn, wie in unserem Falle geschehen, die sichtbare Strahlung als Bezugswert gewählt ist. Große Abweichungen der Wirkwerte eines Meßverfahrens von den Wirkwerten der zu prüfenden Wirkung dürfen nicht von vornherein dazu veranlassen, ein Meßverfahren als unbrauchbar abzulehnen. Wenn man die Wirkwerte eines Meßverfahrens und einer Wirkung zahlenmäßig kennt, kann man stets aus den Ergebnissen des Meßverfahrens auch die Intensität der Wirkung für die betreffende Strahlungsquelle ermitteln. Man darf hierbei keineswegs der Erythemwirkung eine besondere Vorzugstellung geben, sollte sie vielmehr nur als eine der vielen Wirkungen der UV-Strahlung betrachten. Das Ziel weiterer Arbeit muß sein, auch über die Wirkwerte der anderen UV-Wirkungen für die verschiedenen Strahlungsquellen näheren Aufschluß zu erhalten.

7. Umrechnung auf andere Bezugswerte.

Bei allen derartigen Untersuchungen ist es nicht notwendig, stets eine größere Zahl von Strahlungsquellen sowie von Wirkungen und Meßverfahren in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, sondern man kann sich auf die jeweils interessierenden beschränken und die angestellten Untersuchungen später erweitern. Wie in solchen Fällen die Umrechnung der Wirkwerte sich vollzieht, soll noch an einem Beispiel gezeigt werden. Es mögen in diesem Falle nur jeweils die drei letzten Strahlungsquellen und UV-Wirkungen der Tafel 6 interessieren, und die übrigen sollen außer Betracht bleiben. Man erhält dann die in Tafel 7 wiedergegebenen Werte. Zunächst sind

Zahlentafel 7. Umrechnung von Wirkwerten auf geänderte Bezugswerte.

Strahlungsquellen	Bezeichnung	Wirkwerte für Ultraviolett: Meßverfahren Fluoreszenz	Meßverfahren Sperrschichtzelle mit Schwarzglas	Erythemwirkung
B	vorliegender Wirkwert . .	20	3	70
	Umrechnung	1	$\frac{130}{20} \cdot \frac{3}{12} = 1{,}62$	$\frac{130}{20} \cdot \frac{70}{400} = 1{,}14$
C	vorliegender Wirkwert . .	130	12	400
	Umrechnung	1	1	1
D	vorliegender Wirkwert . .	240	28	1000
	Umrechnung	1	$\frac{130}{240} \cdot \frac{28}{12} = 1{,}26$	$\frac{130}{240} \cdot \frac{1000}{400} = 1{,}35$

hierfür neue Bezugswerte zu wählen. Die Wahl fiel hierbei auf die Strahlungsquelle C und auf das Fluoreszenz-Meßverfahren. In den entsprechenden Spalten haben dann als neue Wirkwerte die Werte 1 aufzutreten. Wie die hierfür gültigen neuen Wirkwerte der anderen Felder sich aus den vorliegenden alten Wirkwerten der Tafel 6 berechnen, ist in Tafel 7 näher angegeben. Jeder neue Wirkwert (in den mit Umrechnung bezeichneten Zeilen) ist das Produkt aus zwei Verhältniszahlen. Im Zähler stehen hierbei die alten (vorliegenden) Wirkwerte für das jeweils betrachtete Feld und für das Feld, in dem die waagerechten und senkrechten neuen Bezugswertspalten sich treffen. Im Nenner stehen die beiden alten Wirkwerte für die betrachtete Strahlungsquelle aus der Spalte für das neue Bezugsmeßverfahren und für die betrachtete Wirkung aus der Spalte für die neue Bezugstrahlungsquelle. In dieser Weise erhält man die in der Tafel 7 durch fetten Druck hervorgehobenen neuen Wirkwerte. Man kann nunmehr aus diesen neuen Wirkwerten beispielsweise unmittelbar entnehmen, wie weit das Fluoreszenzverfahren bei den drei untersuchten Strahlungsquellen mit der Erythemwirkung parallel geht, und außerdem, wie weit das Sperr-

[5] Ellinger, Strahlentherapie Bd. 44, S. 1 (1932).

Digitized by Google

schichtzellen-Verfahren von dem Fluoreszenz-Verfahren abweicht. Solange man sich nur für die in der Tafel aufgenommenen Wirkungen, Meßverfahren und Strahlungsquellen interessiert, kann man sich mit diesen Werten begnügen. Kommen dann weiterhin neue Wirkungen und Strahlungsquellen hinzu, kann man die Tafel entsprechend erweitern und, wenn es sich als zweckmäßig erweisen sollte, in der geschilderten einfachen Weise auf neue Bezugswerte umrechnen.

8. Beispiel für die praktische Anwendung der Wirkwerte.

Zur Veranschaulichung der praktischen Anwendung der Wirkwerte soll hier noch ein Zahlenbeispiel aus dem Gebiete der Ultraviolettbestrahlung angeführt werden:

Mit der Strahlungsquelle C der Tafel 6 möge ein beginnendes Erythem bei einer Bestrahlung von 4000 Luxminuten (Bestrahlungstärke 400 Lux während 10 min Bestrahlungszeit) erzielt werden. Die Intensität der Strahlung soll mit einem Fluoreszenz-Meßgerät bestimmt werden, das an die Stelle der bestrahlten Haut gesetzt und mit 400 Lux bestrahlt eine Skalenablesung von 65 ergebe. Es soll festgestellt werden, welche Bestrahlung zur Erzielung gleicher Wirkung bei Anwendung der Strahlungsquelle B erforderlich ist, und welche Skalenablesung auf dem Fluoreszenz-Meßgerät hierbei in Frage kommt.

Die Bestrahlung von 4000 Luxminuten muß mit dem Wirkwert der Erythemwirkung für die Strahlungsquelle C multipliziert werden, und dieses Produkt durch den Erythem-Wirkwert für irgendeine andere Strahlungsquelle dividiert, ergibt die erforderliche Bestrahlung in Luxminuten für diese Strahlungsquelle. Für die Strahlungsquelle B erhalten wir demnach als erforderliche Bestrahlung $\frac{4000 \cdot 400}{70} = 22\,800$ Luxminuten (entsprechend 2280 Lux bei 10 min Bestrahlungszeit).

Die Bestrahlungstärke 400 Lux entspricht, wie oben (Tafel 3) gezeigt, dem Ausschlag (65) am Meßgerät, multipliziert mit der Meßkonstante c und dividiert durch den zugehörigen Wirkwert (130) für das Fluoreszenz-Meßverfahren. Die Meßkonstante ergibt sich hiernach als $c = \frac{400 \cdot 130}{65} = 800$. Für die Strahlungsquelle B erhalten wir hiernach bei einer Bestrahlungstärke von 2280 Lux und einem Wirkwert von 20 für das Fluoreszenz-Meßverfahren einen Ausschlag am Meßgerät von $\frac{2280 \cdot 20}{800} = 57$. Daß der gefundene Ausschlag 57 für die Bestrahlung mit der Bestrahlungsquelle B von dem Ausschlag 65 bei Strahlungsquelle C nicht sehr verschieden ist, rührt daher, daß die Wirkwerte für das Fluoreszenz-Meßverfahren und für die Erythemwirkung bei den Strahlungsquellen B und C annähernd in gleichem Verhältnis stehen.

Wie weit sich die Kennzeichnung der Wirkung des Lichts in der hier dargelegten Weise weiter ausbreiten und als praktisch bewähren wird, muß der weitere Gebrauch zeigen. Bisher wurden in der Beleuchtungstechnischen Abteilung der Osram G. m. b. H. im Verlaufe mehrerer Jahre eine große Zahl von Untersuchungen der verschiedensten Strahlungsquellen, Wirkungen und Meßverfahren auf dem hier geschilderten Wege durchgeführt; die dabei gesammelten Erfahrungen sind als durchaus befriedigend zu bezeichnen. Die in den obigen Tafeln als Beispiele herangezogenen Zahlenwerte entstammen diesen Untersuchungen. Sie wurden von den Herren Dr.-Ing. Frühling und Dipl.-Ing. Pohle ausgeführt, denen ich für ihre eifrige Mitarbeit meinen besonderen Dank aussprechen möchte.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 329.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen $\overline{|141|}$ und $\overline{|145|}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

I. Zusatz zu System $\overline{|141|}$, die Formen D 7, D 7-$^2/_3$, D 7-$^2/_4$, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom,

II. Zusatz zu System $\overline{|145|}$, die Form D U 7, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter,

sämtlich hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 17. II. 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

I. Zusatz zu System $\overline{|141|}$,

die Formen D7, D7-$^2/_3$, D7-$^2/_4$ Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 236 vom 16. V. 1927 (ETZ 1927, H. 30) und Nr. 287 vom 16. IX. 1930 (ETZ 1930, H. 47) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom der Formen D, D$^2/_3$ und D$^2/_4$ des Systems $\overline{|141|}$ werden in geänderter Ausführung unter den Formzeichen D7 bzw. D7-$^2/_3$ bzw. D7-$^2/_4$ hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 5 bis 30 A, für Nennspannungen bis 400 V und für Nennfrequenzen von 42 bis 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler unterscheiden sich von denen der bisherigen Ausführung im wesentlichen in folgenden Punkten:

1. Die Abmessungen des Gehäuses, der Triebeisen, der Bremsmagnete und der Ankerscheiben sowie die Bewicklungen der Strom- und Spannungsspulen sind geändert.
2. Für die Leerlaufhemmung ist am Spannungspol des unteren Triebsystems ein besonderes verbiegbares Streublech angebracht.
3. Die Abgleichung der beiden Triebsysteme auf gleiche Zugkraft erfolgt durch einen Eisenwinkel mit schwenkbarer Eisenzunge.

Außer den genannten Änderungen sind noch einige Änderungen im mechanischen Aufbau der Zähler getroffen.

Die untersuchten Zähler der Frequenz 50 Hz hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 6,6 bis 7,5 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Drehstrombelastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 58 g, die Drehzahl der Zähler zu 38 bis 45 U/min bei Nennlast festgestellt. Der Eigenverbrauch in den Spannungsspulen betrug bei 220 V Nennspannung etwa 2 × 0,59 W, bei 380 V Nennspannung etwa 2 × 0,74 W. Der Eigenverbrauch in den Stromkreisen belief sich auf etwa 2 × 0,60 W bei 5 A und auf etwa 2 × 1,71 W bei 30 A Nennstromstärke.

II. Zusatz zu System $\overline{|145|}$,

die Form DU7, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 242 vom 8. VII. 1927 (ETZ 1927, H. 40) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter der Form DU des Systems $\overline{|145|}$ werden in geänderter Ausführung unter dem Formzeichen DU7 hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 5 bis 30 A, für Nennspannungen bis 460 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 42 bis 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form DU7 unterscheiden sich von denen der Form DU in der gleichen Weise, in der sich gemäß Abschnitt I dieser Bekanntmachung die Zähler der Form D7 von denen der Form D unterscheiden.

Die untersuchten Zähler der Frequenz 50 Hz hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 7,3 bis 8,8 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Drehstrombelastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 85 g, die Drehzahl der Zähler zu 38 bis 45 U/min bei Nennlast festgestellt. Der Eigenverbrauch in den Spannungsspulen betrug etwa 3 × 0,54 W bei 127/220 V Nennspannung und etwa 3 × 0,61 W bei 220/380 V. Der Eigenverbrauch in den Stromkreisen belief sich auf etwa 3 × 0,45 W bei 5 A und auf etwa 3 × 1,64 W bei 30 A Nennstromstärke.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 63.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Dämpfung und Wärmewirkung des Stoßstromes bei einfach gespeistem Netzkurzschluß. — Die übliche Theorie der Kurzschlußströme beschränkt sich im allgemeinen darauf, die Ausgleichserscheinungen für den plötzlichen Kurzschluß an den Klemmen des speisenden Generators darzustellen. Es hat indessen praktisches Interesse, die Ausgleichsvorgänge auch für den Fall des Netzkurzschlusses über Ohmsche und induktive Widerstände zu verfolgen.

Es werden die Dämpfungen des Gleich- und Wechselstromanteiles des Stoßstromes bei einfach gespeistem, dreipoligem Netzkurzschluß ohne Berücksichtigung der Maschinensättigung untersucht. Die Abkling-Zeitkonstanten des Stoßgleich- und -wechselstromes werden abhängig von der Entfernung der Kurzschlußstelle vom Generator für verschiedene Verhältnisse Netzwiderstand zu Netzreaktanz rechnerisch ermittelt. Der Stoßgleichstrom nimmt mit wachsender Kurzschlußentfernung und zunehmendem Netzwiderstand schnell ab. Die Zeitkonstante des Stoßwechselstromes dagegen steigt, beginnend mit dem Wert der Streufeld-Zeitkonstante bei Klemmenkurzschluß, je nach Größe des Netzwiderstandes schneller oder langsamer auf den ideellen Wert der Leerlauf-Läufer-Zeitkonstante an.

Die Wärmewirkung des Stoßstromes bei Netzkurzschluß wird durch Einführung der Zuschlagzeit[1] entsprechend der gleichwertigen Erwärmung eines Dauerstromes von längerer Wirkungsdauer untersucht. Es ergibt sich, daß bei plötzlichem Kurzschluß im Netz die Wärmewirkung des Stoßgleichstromes im allgemeinen vernachlässigt werden kann. Die dem Stoßwechselstrom entsprechende Zuschlagzeit nimmt gegenüber ihrem Wert bei Klemmenkurzschluß mit der Kurzschlußentfernung zunächst schnell zu, erreicht einen Höchstwert und fällt dann umgekehrt proportional der Entfernung wieder ab. Die Wechselstromerwärmung wächst mit zunehmendem Netzwiderstand. Für die in der Praxis vorkommenden Verhältnisse von Netzwiderstand zu Netzreaktanz (entsprechend Freileitungen und Kabel) wird die Zuschlagzeit, deren Kenntnis zur Berücksichtigung der Stoßstromerwärmung wichtig ist, abhängig von der numerischen Kurzschlußentfernung dargestellt. (P. Jacottet, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 10, S. 679.)

Elektromaschinenbau.

Ersatz einer Erregerspule mit räumlicher Ausdehnung durch eine einzige Wicklung mit unendlich kleinem Querschnitt. — Th. Lehmann zeigt in dieser Arbeit, daß bei Schenkelpolmaschinen eine Erregerspule mit

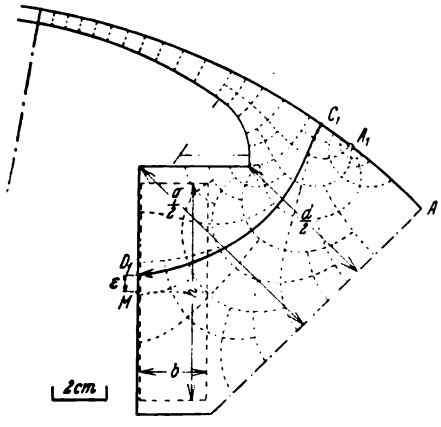


Abb. 1. Ersatz des rechteckigen Spulenquerschnitts ($b\,h$) durch einen punktförmigen (D_1).

räumlicher Ausdehnung (gestricheltes Rechteck in Abb. 1 mit den Seiten b und h) in bezug auf den von ihr am Ankermantel erregten Nutzfluß durch eine einzige Windung mit unendlich kleinem Leiterquerschnitt (im Punkte D_1 in Abb. 1) ersetzt werden kann. Die Durchflutungen dieser Windung liegen an den Polflanken im Abstand ε von der Mitte M der Polflanken. Mit den Bezeichnungen in Abb. 1 ergibt sich ε in erster Annäherung zu

$$\varepsilon \approx \left(6\,\pi\,\frac{h}{q} - 1{,}8\,\frac{q}{d}\right)\frac{h}{100}\,.$$

Auch das Streufeld stimmt bei der Ersatzwicklung im wesentlichen überein mit dem Streufelde der räumlich ausgedehnten Erregerwicklung. In Abb. 2 stellen die voll

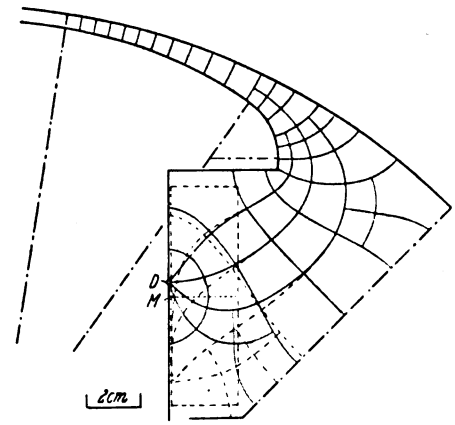


Abb. 2. Netz von Feld- und Niveaulinien, —— bei konzentrierter, ····· bei verteiltor Durchflutung.

ausgezogenen Linien das Netz von Feld- und Niveaulinien bei Erregung der Ersatzwicklung im Punkte D dar; zum Vergleich ist die Veränderung dieses Netzes bei Erregung der räumlich ausgedehnten Erregerwicklung durch gestrichelte Linien angedeutet. (Th. Lehmann, Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 171.) *Rr.*

Diagramme zur Bestimmung des Spannungsabfalles in Transformatoren mit mehreren Wicklungen. — Für die Bestimmung des Spannungsabfalles in Transformatoren mit drei Wicklungen sind bisher mehr oder weniger komplizierte Formeln aufgestellt, die langwierige Rechenarbeit erfordern. M. Angelini hat die Schwierigkeiten überwinden wollen durch die Konstruktion eines Diagrammes, welches den Spannungsabfall in einer beliebigen Wicklung eines Transformators mit drei Wicklungen schnell und einfach zu bestimmen gestattet, u. zw. ganz gleich, wie die Belastungsbedingungen in den andern zwei Wicklungen sind. Die Konstruktion des Diagrammes wird noch einfacher, wenn — wie immer in der Praxis — das Verhältnis zwischen Streureaktanz und Widerstand zwischen den verschiedenen Wicklungen gleich ist, oder wenn man die Ohmschen Widerstände vernachlässigen kann. Verfasser erklärt die mathematischen Grundlagen des Diagrammes, welches ähnlich wie dasjenige von Perrine und Baum für Leitungen aufgebaut ist. Der Gebrauch wird an einem Beispiel, einem Transformator von 43 000 kVA Dauerleistung auf allen drei Wicklungen und einem Übersetzungsverhältnis 10 000/73 500/155 000 ··· 116 000 V erläutert. (Energia elettr. 1931, S. 481.) *Rtz.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

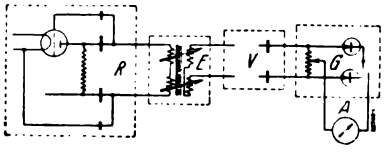
Temperaturmessung und -regelung in metallurgischen Öfen. — Im Eisenhüttenwesen sind genaue Temperaturmessungen unbedingt notwendig, aber oft nur mit größten Schwierigkeiten durchzuführen. Kofler und Schefels beschreiben, wie auf der Hütte Ruhrort-Meiderich mit einem Gesamtstrahlungs-Pyrometer erfolgreich laufend die Herdtemperatur im Siemens-Martin-Ofen gemessen wurde, wie das gleiche Verfahren zur Bestimmung der Roheisen-Temperatur am Mischer benutzt wurde und zur Überwachung der Walztemperaturen im Blockwalzwerk. Das in der Gewölbedecke eingebaute Pyrometer lag in einer wassergekühlten Armatur. Um weiterhin das Verschmutzen oder

[1] Vgl. R. Rüdenberg, Kurzschlußströme beim Betrieb von Großkraftwerken, S. 57. Verlag Julius Springer, Berlin 1925.

Digitized by Google

eine Beschädigung der Linse durch Schlackenspritzer zu vermeiden, wurde vor der Linse ein Schutzrohr angebracht, durch das Preßluft in der Richtung des Gießstrahles geblasen wurde. Im Walzwerk wurde das Pyrometer in einem wassergekühlten Schutzkasten federnd aufgehängt und damit die Temperatur der die Walze verlassenden Blöcke gemessen. Im Betriebsbüro ist ein selbsttätiger Temperaturschreiber, beim Walzmeister ein anzeigendes Instrument. Die weiteren Ausführungen des lesenswerten Aufsatzes befassen sich mit der Wirkungsweise von Temperaturreglern und der Anwendung von Siemens-Programmreglern für Glüh- und Härteöfen bei sehr temperaturempfindlichen Werkstoffen, z. B. Werkzeug aus Edelstahl. An einer großen Zahl von Betriebsdiagrammen wird die weitgehende Verbesserung des Temperaturlaufes metallurgischer Öfen bei Verwendung von Reglern im Gegensatz zu den unvollkommenen Ergebnissen bei Handregelung gezeigt. (F. Kofler u. G. Schefels, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 1529.) *Kth.*

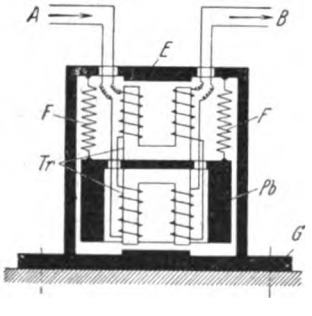
Elektromagnetischer Vibrograph. — Für die Prüfung der Schmiedestücke großer Turboinduktoren ist vor einiger Zeit der Vorschlag gemacht worden, die Änderung des Induktordurchmessers bei der Schleuderprobe unter stufenweiser Steigerung der Drehzahl zu untersuchen. Das Verfahren hat sich aber nicht in die Praxis eingebürgert, weil die Meßgenauigkeit, welche erforderlich wäre, um etwaige Fehler im Schmiedestück durch ungleichmäßige oder unerwartet große Ausdehnungen festzustellen, um so weniger ausreicht, als schon durch die Temperaturzunahme



A Gleichstrom-Registrieramperemeter
E Empfänger für die Vibrationen
G Glühkathoden-Gleichrichter
R Röhrengenerator (NF-Verstärker, 3 W)
V Röhrenverstärker (NF-Verstärker, 4 W)

Abb. 3. Elektromagnetischer Vibrograph. Grundsätzliches Schaltbild.

an der Oberfläche eines größeren Turborotors, hervorgerufen durch die Luftreibung, weit größere Formänderungen als die zu messenden entstehen. Statt dessen pflegt man die Erschütterungen von Rotoren und Polrädern während des Hochlaufens in der Schleudergrube sorgfältig zu überwachen und, wenn erwünscht, zu registrieren, um Defekte infolge Verlagerung und etwaige innere Fehler rechtzeitig zu entdecken. In neuerer Zeit wurden auch Fernmeßeinrichtungen für die vom Prüfobjekt erzeugten Erschütterungen entwickelt. Ein neues Gerät dieser Art ist von F. Sieber nach dem grundsätzlichen Schaltbild Abb. 3 ausgebildet worden. Der Empfänger nach dem Schema Abb. 4 besteht aus zwei Transformatoren *Tr* mit



A vom Generator
B zum Verstärker
E Eisenjoch, auf der Grundplatte befestigt
F Aufhängefeder
G Grundplatte aus Eisen
Pb Bleiring
Tr Transformatoren mit Luftspalt

Abb. 4. Schematische Darstellung des Empfängers.

Luftspalt, welche mit dem Bleiring *Pb* verbunden und nach Art eines Seismographenpendels aufgehängt sind. Die Luftspalte werden im Ruhezustande auf gleiche Größe einjustiert. Die Sekundärwicklungen sind gegeneinandergeschaltet, so daß die resultierende Sekundärspannung des ruhenden Gerätes Null bleibt. Wird der Empfänger auf den Lagerbock geschraubt, so ändern sich die Luftspalte gemäß der vertikalen Komponente der Erschütterungen. Die dargestellte Verstärkerapparatur nebst Glühkathoden-Gleichrichter gestattet die Messung und Registrierung der Schwingungen mit Hilfe eines Gleichstrominstrumentes und Oszillographen. Der Verwendungsbereich der Apparatur wird durch die Frequenz des Erregerstromes, rd. 500 Per/s, nach oben und durch die Schwingungszahl des Empfängerpendels, rd. 200/min, auf etwa 250 ··· 15 000 begrenzt. Für Messungen an großen langsamlaufenden Polrädern, insbesondere solchen mit senkrechter Welle, wird ein besonderer auf einem Ruhepunkt anzuordnender Empfänger geliefert, dessen Transformatoren über ein Invargestänge mit dem Lager mechanisch verbunden werden. (F. Sieber, Brown Boveri Mitt. Baden 1931, S. 248.) *Phl.*

Geräuschmessung — Geräuschbekämpfung. — Das mit maschinellen Betrieben verbundene Geräusch glaubte man früher als unvermeidlich hinnehmen zu müssen. Erst neuere Fortschritte führten zu der Erkenntnis, daß es in vielen Fällen sehr wohl möglich ist, die durch das Geräusch verursachte Belästigung und z. T. auch Gesundheitschädigung wesentlich zu verringern. Besonders auf dem Gebiet der elektrischen Maschinen sind neuerdings wesentliche Fortschritte in der Geräuschbekämpfung gemacht worden und, nachdem die Praxis vorangegangen ist, beginnt jetzt auch die Wissenschaft, sich mit diesen Fragen zu beschäftigen. Hier sind es vor allem die Geräuschmessung und die Geräuschanalyse, die die wissenschaftliche Grundlage für wirksame Geräuschbekämpfung bieten sollen. Über Arbeiten auf diesem Gebiet in den V. S. Amerika enthielt Electr. Engng. eine Reihe von wertvollen Aufsätzen. B. F. Bailey behandelt allgemein die Schwierigkeit der praktischen Geräuschmessung, wobei er darauf hinweist, daß die Geräuschbelästigung sowohl von der Amplitude als auch von der Frequenz der störenden Töne abhängt. Es ist also nicht möglich, ein einheitliches Maß für die Stärke eines bestimmten Geräusches zu finden. Aus dem Inhalt des Aufsatzes ist noch bemerkenswert, daß allein die Universität Michigan in den letzten 5 Jahren 250 000 $ für Geräuschforschung ausgegeben hat! — Es folgt dann ein Aufsatz von T. G. Castner, E. Dietze, G. T. Stanton und R. S. Tucker über ein neues Instrument zur Geräuschanalyse; es besteht im wesentlichen aus einem Mikrophon, einem Verstärker, einem veränderlichen Siebkreis zur Aussiebung der zu messenden Frequenz, einem Gleichrichter und einem Meßinstrument, an dem die Lautstärke der betreffenden Frequenz unmittelbar abzulesen ist. Der nächste Aufsatz von Q. Graham, St. Beckwith und F. H. Milliken behandelt das magnetische Geräusch bei Synchronmaschinen; darauf folgen eine Arbeit über elastische Unterlagen für umlaufende Maschinen von E. H. Hull und W. C. Stewart und ein Aufsatz über die Messung von Maschinengeräuschen von H. B. Marvin. Das von letzterem verwendete Gerät ist ähnlich dem im ersten Aufsatz beschriebenen, nur wird zur Frequenzanalyse ein „elektromechanisches Filter" benutzt. Dieses besteht im wesentlichen aus einer von dem zu analysierenden Strom durchflossenen beweglichen Spule, die in einem Felde schwingt, das durch Ströme von bekannter veränderlicher Frequenz erregt wird. — Den Schluß bilden Arbeiten von E. A. Bishop über die Dämpfung des Geräusches von Unterstationen und von J. P. Foltz und W. F. Shirk über das Geräusch von Drehstromtransformatoren. (Electr. Engng. Bd. 50, S. 340, 342, 344, 347, 349, 351 u. 352.) *Schü.*

Heizung. Öfen.

Elektroschweißung dickwandiger Gefäße. — In einer Sondertagung des VDI-Fachausschusses für Schweißtechnik sprach am 22. IV. v. J. in der T. H. Berlin Direktor Prox, Fürstenwalde, über das Pintsch-Sonderschweißverfahren. Die rasche Entwicklung der elektrischen Lichtbogenschweißung konnte sich wegen der Sprödigkeit der in üblicher Weise hergestellten Schweißungen bisher nicht auf die Herstellung von Dampfkesseln und anderen hochbeanspruchten Bauteilen erstrecken, bei denen nicht nur gute Festigkeit, sondern auch hohe Dehnbarkeit und Zähigkeit verlangt wird.

Das in den letzten Jahren entwickelte Pintsch-Sonderschweißverfahren ergibt eine Schweißung, die im wesentlichen die gleichen Eigenschaften besitzt wie gewalzter Flußstahl, insbesondere auch eine hohe Kerbzähigkeit, Dehnbarkeit und Warmverformbarkeit. Das Verfahren ist deshalb nach äußerst eingehender amtlicher Prüfung zur Herstellung von Dampfkesseln ohne Laschensicherung mit dem Berechnungsfaktor 0,9 zugelassen worden. Bei der amtlichen Prüfung muß in der Schweißung eine Festigkeit von mindestens 95 % der Berechnungsfestigkeit des Kesselbleches nachgewiesen werden, ferner Biegewinkel von 180 ° und eine Kerbzähigkeit von mindestens 12 mkg/cm². Wie aus dem von zahlreichen Lichtbildern begleiteten Vortrag und einer großen Menge ausgestellter Schweißproben, Schliffe und Zahlentafeln zu ersehen

Digitized by Google

war, sind die durchschnittlich erzielten Gütewerte noch wesentlich besser. Biegestäbe aus Schweißungen von 75 mm Wandstärke waren nicht nur in normaler Weise um 180 ° kalt gebogen, sondern z. T. ohne Anriß fast flach zusammengedrückt, so daß in der Außenfaser der Schweißung eine Dehnung von 60 % eintrat. Die Schweißung hat das normale Perlitgefüge des Bleches, enthält keinen Stickstoff, der sie spröde machen würde, und ist praktisch frei von Poren und schädlichen Einschlüssen. Die beim Schweißen entstandenen Spannungen und Gefügeänderungen werden durch Normalglühen beseitigt, das für Dampfkessel vorgeschrieben ist. Jedoch auch im ungeglühten oder nur spannungsfrei (bei 625 ° C) geglühten Zustande hat die Pintsch-Schweißung bereits eine hohe Zähigkeit. Als zerstörungsfreies Prüfverfahren wird die Röntgendurchleuchtung in ausgiebigem Maße verwendet. Es ist vorgesehen, die Schweißungen tunlichst durch Maschinen herzustellen, um die Gleichmäßigkeit und Güte möglichst wenig von der Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der Schweißer abhängig zu machen.

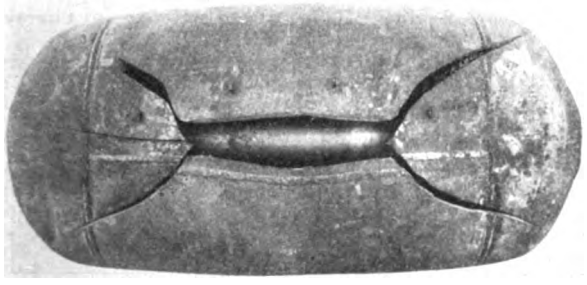


Abb. 5. Gesprengter Versuchskessel.

Anschließend berichtete Dipl.-Ing. Czternasty, Direktor des Dampfkesselüberwachungs-Vereins Frankfurt a. O., über die Sprengung eines durch Pintsch-Handschweißung hergestellten Versuchskessels von 1534 mm Dmr., 30 mm Zylinderwandstärke, 3 m Zylinderlänge. Das Blech hatte 36,1 kg/mm² Zugfestigkeit, der zulässige Betriebsdruck würde 22 atü betragen. Der Kessel riß außerhalb der Schweißnaht bei 155 atü, entsprechend einer rechnerischen Zugspannung im Blech von 39,6 kg/mm². Der Umfang der Zylindermitte hatte sich um etwa 11 % gedehnt. Der Verlauf des Berichtes läßt deutlich erkennen, daß die Schweißnähte in keiner Weise schwache Stellen des Kessels bilden (Abb. 5). *Sb.*

Elektrische Antriebe.

Der elektrische Schiffsantrieb. — Auf der 33. Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die in Berlin vom 16. bis 19. XI. v. J. stattfand, gab Marinebaurat a. D. Carl Schulthes, Berlin, einen Überblick über die Entwicklung des elektrischen Schiffsantriebes in den letzten 25 Jahren. Dieser hat für größere Schiffe vornehmlich in Amerika, auch in England Verwendung gefunden, während er in Deutschland auf einen Fall, das U-Boots-Hebeschiff „Vulkan", das im Kriege auf den Howaldtswerken erbaut wurde, beschränkt geblieben ist. Die amerikanische Marine ist mit dem elektrischen Schraubenantrieb sehr zufrieden, für dessen Einführung die größere Wirtschaftlichkeit bei Marschfahrt maßgebend war. Der turboelektrische Antrieb hat in letzter Zeit gegen den dieselelektrischen zurücktreten müssen. Mit der weiteren Entwicklung des schnellaufenden Dieselmotors, wie solcher in zwei dieselelektrischen Schnellwagen der Reichsbahn auf der Strecke Berlin—Hamburg erprobt wurde, werde dies noch mehr in Erscheinung treten. Die vielen kleineren Motoren werden elektrisch verbunden, wobei auch der Drehstrom nach eingehenden Versuchen von Mitzlaff Verwendung finden kann. Auf dieser Grundlage durchgerechnete große Anlagen sollen günstige Ergebnisse namentlich auch in bezug auf das Gewicht erbracht haben. Ein Hauptvorzug des elektrischen Schiffsantriebes ist die gute Manövrierfähigkeit der Schiffe. Dies könne auch der Grund sein, daß viele Fährschiffe mit dem elektrischen Antrieb ausgerüstet sind. Gezeigt wurde hierzu im Film die dieselelektrische Fähre „Sakrow", welche die Sakrower Enge der Havel kreuzt. Diese wird von der Kommandobrücke aus durch nur einen Maschinisten bedient und zeichnet sich durch große Wendigkeit aus. Der Dieselmotor ist von den Humboldt-Deutz-Motorenwerken, die elektrische Einrichtung von den SSW geliefert. Abschließend wurden Angaben zu einem amerikanischen 60 000 t-Schnelldampfer-Projekt für die Nordatlantikfahrt mit 30 Kn Dienstgeschwindigkeit und zu einem Projekt der Friedr. Krupp Germaniawerft für ein schnelles Fracht- und Fahrgastschiff der Linie Spanien—Buenos Aires gemacht, die beide für den Antrieb mit Getriebeturbinen oder Turbogeneratoren oder Dieseldynamos durchgearbeitet wurden. Im Krupp-Projekt soll die elektrische Energie mit 8 · 5000 PS_{eff} einfachwirkenden Viertakt-Dieselmotoren, die 187 U/min haben und mit 3300 kW-Generatoren gekuppelt sind, erzeugt und 2 Schraubenmotoren zu je 17 000 PS zugeleitet werden.

In der Aussprache wurden Mitteilungen über das neue Kriegschiff „Wäinämöinen" der finnischen Marine mit 4000 t Wasserverdrängung gemacht, das von den BBC mit dieselelektrischem Antrieb ausgerüstet ist. Die Probefahrten mit Schießversuchen sind erledigt, wobei sich die elektrische Anlage bewährt hat. Der Antrieb der Generatoren erfolgt mit raschlaufenden Viertakt-Dieselmotoren, die nach dem Buchli-Verfahren aufgeladen werden. Das Gebläse wird durch eine Abgasturbine angetrieben. Der mittlere effektive Kolbendruck ist zu 7,5 ··· 8 kg/cm², im Einzelfall bis zu 10 kg/cm² ermittelt worden. Die dadurch erzielte Gewichtsersparnis ist sehr wertvoll. Besonders wichtig ist die Unabhängigkeit der Hauptmaschine von der Propellerwelle und die damit gegebene Freiheit im Grundriß. Militärische Gesichtspunkte können besser gewahrt werden. Die Maschinenanlage läßt sich im wasserdichten Raum unterbringen und im Rückschiff verteilen. Als weitere Vorteile wurden noch die gute Steuerfähigkeit, die Wendigkeit in den engen Schärengewässern, sparsame wirtschaftliche Marschleistung, große Betriebsicherheit usw. angeführt. Ein zweites Schiff ist in der Ausrüstung.

Im Anschluß hieran führte Dr. Presse aus, daß auch für das 10 000 t-Panzerschiff „Deutschland" der elektrische Antrieb mit allen Firmen geprüft worden sei. Erforderlich waren 150 000 PS. Die Lösung der Raumfrage stieß auf Schwierigkeiten. Eine Vergrößerung des Deplacements wäre erforderlich gewesen. Jedenfalls sähe die deutsche Reichsmarine im reinen Dieselmotorantrieb keinen Abschluß. Ferner wurde in der Aussprache auf den Schnelldampfer „Normandie" für die Cie. Générale Transatlantique hingewiesen, der am 29. X. v. J. von Stapel lief und elektrischen Schraubenantrieb erhält. Das Vier-Wellenschiff hat ein Deplacement von 67 500 t. Die Maschinenleistung beträgt normal 160 000 Wellen-PS für eine Seegeschwindigkeit von 29 ··· 30 Kn unter mittleren Wetterumständen. Die Antriebsanlage besteht aus 4 direkt gekuppelten Turbogeneratoren von 2430 U/min der Firma Escher-Wyss, Zürich, die Dreiphasenstrom von 5500 ··· 6000 Volt liefern. Als Hilfsmaschinen dienen 6 Turbodynamos von 220 V und zusammen 60 000 A. *Pge.*

Fernmeldetechnik.

Bildtelegraphie zwischen den Niederlanden und europäischen Ländern. — Bisher waren die Niederlande innerhalb Europas nur mit Deutschland bildtelegraphisch verbunden. Am 1. II. sind Verbindungen mit drei weiteren europäischen Ländern (Großbritannien, Österreich und Schweden) sowie mit den V. S. Amerika hinzugekommen. Der gesamte Bildverkehr der genannten Länder mit den Niederlanden wird über Berlin geleitet und hier umtelegraphiert; er wird über Fernsprechleitungen abgewickelt. Die höchstzulässige Größe der Bilder darf 9 × 20 cm, im Verkehr mit Amerika 9 × 18 cm nicht überschreiten. Über alle diese Verbindungen können auch getönte Bilder (z. B. Photographien) übertragen werden. An Gebühren für 1 cm² Bildfläche werden erhoben im Verkehr mit Großbritannien 0,38 GFr, Österreich 0,25 GFr und Schweden 0,29 GFr bei einer nach 100 cm² Bildfläche berechneten Mindestgebühr. Im niederländisch-nordamerikanischen Bildverkehr kostet 1 cm² Bildfläche 2,06 GFr, während die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm nach einer Fläche von 150 cm² berechnet wird und 309 GFr beträgt. *Gth.*

Das Fernsprechwesen in Ungarn 1931. — Im Jahre 1931 konnte das ungarische Fernsprechwesen auf ein 50-jähriges Bestehen zurückblicken, denn am 1. V. 1881 wurde das erste Fernsprechvermittlungsamt in Budapest in Betrieb genommen.

Die Entwicklung des ungarischen Fernsprechwesens seit 1913 geht aus folgender Übersicht hervor:

Digitized by Google

	1913	1920	1927	1928	1929	1930	1931
Zahl der Vermittlungsanstalten	2 203	979	1 271	1 469	1 581	1 666	1 696
Zahl der Teilnehmersprechstellen							
a) Hauptanschlüsse	66 205	38 344	62 655	68 954	74 273	78 701	77 010
b) Nebenanschlüsse	13 026	14 997	19 955	20 118	21 759	30 119	32 566
Zahl der öffentlichen Sprechstellen	2 869	2 360	2 000	2 296	2 902	3 756	4 332
Zahl der Dienstanschlüsse	1 940	1 308	1 836	1 791	1 656	1 974	1 969
Zahl der privaten und gemeindlichen Fernsprechanlagen	1 800	665	705	716	723	723	720
Länge der Linien km	38 228	15 485	19 153	20 918	23 177	24 517	23 959
Drahtlänge km	452 977	286 243	440 242	499 191	580 341	604 516	625 416
Zahl der Gespräche in 1000	233 790	231 828	150 150	156 168	172 254	171 168	134 040

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Ungarn nach Kriegsende ausgedehnte Teile seines Gebiets verloren hat. Trotzdem sind 1931 77 % der Zahl der Vermittlungsanstalten der Vorkriegszeit erreicht worden. 1913 kam ein Vermittlungsamt auf 148 km² oder 9481 Einwohner, 1931 auf 55 km² oder 5150 Einwohner. Wegen der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse verminderte sich im Berichtsjahr die Zahl der Hauptanschlüsse, dagegen stieg die der Nebenanschlüsse. Die meisten Anschlüsse hat Budapest, nämlich 59,88 % der gesamten Anschlüsse des Landes oder in Zahlen 49 890.

Der Verkehrsumfang ist gegenüber dem Vorjahr um 21,7 % gesunken. Insbesondere ist der Ortsverkehr von diesem Verkehrsrückgang betroffen, in zweiter Linie der Inlandsfernverkehr, der Auslandsverkehr blieb von einem Rückschlag fast verschont. Von der Gesamtzahl der Gespräche entfallen 96,1 % auf Ortsgespräche, die gegen 1930 um 22,2 % abgenommen haben, u. zw. infolge Wegfalls der Pauschgebührenzone in den wichtigsten Provinznetzen. 3,9 % der gesamten Gespräche sind Ferngespräche; hiervon kommen 68,8 % auf Inlandsgespräche, 14,3 % auf Gespräche nach, 12,9 % auf solche aus dem Ausland und 4 % auf Durchgangsgespräche. Die Zahl der Ferngespräche war 1931 fast ebenso hoch (90,3 %) wie 1913. Im Jahre 1931 wurde der Sprechverkehr mit Bulgarien, Estland und Lettland aufgenommen.

Der Durchgangsverkehr ist 1931 auf 210 943 Gespräche angestiegen. Die Ursache dieser ungewöhnlichen Zunahme sieht die Verwaltung in der Schaffung neuer Verkehrsbeziehungen und dem Bau des Fernkabels Budapest—Szeged. Infolge Ausbaus und neuzeitlicher Gestaltung des rumänischen Fernsprechnetzes hat sich insbesondere die Zahl der in Ungarn mündenden und der durch Ungarn nach Westeuropa verlaufenden Fernkabelleitungen vermehrt. Gegen Ende 1931 waren zur Abwicklung des Fernverkehrs 62 Auslands- und 224 Inlandsleitungen im Betrieb; neu eingerichtet wurden die Leitungen Budapest—London, Budapest—Subotica II, Budapest—Berlin V, Budapest—Bukarest II, Budapest—Trier und Budapest—Rom. Das Inlandsfernnetz ist um 5 Leitungen 1. Klasse und 10 Leitungen 2. Klasse erweitert worden. Ferner wurden 1931 13 Vierer von 958 km Länge und 1122 km Kabel- und Phantomleitungen gebildet. Versuchsweise wurde auf einer Leitung Budapest—Miskolc eine Hochfrequenz-Betriebseinrichtung eingeschaltet. Der Selbstanschlußbetrieb in Budapest wurde weiter ausgebaut, am Ende des Berichtsjahres waren in der Hauptstadt 5 Haupt- und 9 Nebenämter mit Selbstanschlußbetrieb ausgerüstet.

Das im Berichtsjahr investierte Kapital belief sich auf 13,7 Mill Pengö. Davon entfallen auf:

Selbstanschlußämter in Budapest	4,196	Mill Pengö,
Ausbau der Netze	3,657	„ „
Fernkabel Budapest—Szeged	3,035	„ „

Das Rechnungsergebnis für die Jahre 1913, 1920/21 und 1923/24 bis 1930/31 ist aus nachstehender Übersicht zu entnehmen:

	Einnahmen Mill P	Ausgaben Mill P	Reingewinn Mill P	Reingewinn in Pengö auf 100 Pengö Einnahme
1913	120,82	103,77	17,05	14,10
1920/21	11,12	10,37	0,75	6,80
1923/24	37,50	34,10	3,40	9,06
1924/25	69,27	63,09	6,18	8,92
1925/26	79,79	73,34	6,45	8,08
1926/27	84,95	77,12	7,83	9,22
1927/28	94,21	86,32	7,89	8,37
1928/29	103,58	95,95	7,63	7,37
1929/30	105,73	99,43	6,30	5,95
1930/31	108,40	99,88	8,52	7,86

(Geschäftsbericht der ungarischen Post- und Telegraphenverwaltung für das Jahr 1931.) *Gth.*

Hochspannungstechnik.

Das Verhalten der Isolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Ablaufes. — Harald Müller bringt die Fortsetzung einer Arbeit, über deren Anfang wir bereits berichtet hatten[1]. Nachdem das damalige Referat über das Verhalten von Freileitungsisolatoren gegen Überspannungen verschiedenen zeitlichen Verlaufes berichtet hatte, wird jetzt das Verhalten der Stationsisolatoren, also Stützer und Durchführungen, behandelt. Zunächst geht der Verfasser auf die Frage des elektrischen Sicherheitsgrades ein und entwickelt nach eingehender Würdigung der bereits über diesen Punkt bestehenden Literatur seine eigenen Anschauungen. Er schlägt vor, daß man, wenn man schon an eine Schaffung von Stellen geschwächter Isolation denkt, auf einer längeren Strecke die Überschlagsicherheit herabsetzen sollte, wobei die Sicherheit nach der Station hin abnehmen solle. Dabei sollte man zwischen Schutzzone und Station ein Stück Leitung mit dem vollen Isolationswert bestehen lassen, damit Hochfrequenzschwingungen vermieden werden. Dann würde man erreichen, daß eine Wanderwelle sehr hoher Scheitelspannung, die von der Leitung her auf die Station zuläuft, in größerer Entfernung von dieser einen Überschlag bewirkt. Der dabei entstandene steile Absturz des Rückens wird dann beim Weiterlauf längs der Leitung abgeflacht. Bei einer Welle niederer Scheitelspannung würde ein Überschlag zwar nahe der Station erfolgen, aber wegen der geringen Scheitelspannung ist natürlich auch die Gefährdung der Stationsisolation durch den Rücken geringer. Besonders wichtig ist die Frage, wie man den Sicherheitsgrad der Isolation feststellen soll. Nach Ansicht des Verfassers ist der bisher begangene Weg, nur mit normalfrequenten Spannungen eine solche Feststellung zu machen, zum mindesten nicht erschöpfend. Er kann sogar, wie an einem Beispiel gezeigt wird, zu Trugschlüssen führen.

Nachdem noch zur Frage der Hochfrequenzprüfung kurz Stellung genommen wird, folgen Versuchsreihen über Stationsisolatoren, Stützer und Durchführungen. Außer den früher und den neu genormten Formen werden auch Formen behandelt, die die Hescho für Freiluft- und Innenraumstationen entwickelt hat. Interessant ist die Feststellung, daß im Gegensatz zur Freileitungsisolation, wo man eine mittlere Kurve für die Bestimmung der Überschlagspannung zugrunde legen kann, dies bei Stützern schon schwerer, bei Durchführungen praktisch kaum möglich ist. Auch diesmal werden Mittelkurven gebracht, wegen deren auf die Originalarbeit verwiesen sei. Während bei der Freileitungsisolation ein wesentlicher Einfluß der Polarität kaum festgestellt werden kann, gilt dies nicht in gleichem Maße von den Stützern, hingegen wieder recht gut von den Durchführungen. Bei den Durchführungen macht sich der Einfluß des inneren Aufbaues stark bemerkbar, so daß man vor allem bei ihnen keinerlei Anhalt für die Bemessung hinsichtlich der Überschlagsicherheit geben kann. (Harald Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1931, H. 57/58, S. 1807.) *Sb.*

Energiewirtschaft.

Die Elektrizitätsbetriebe im Haushalt der Länder. — Die staatliche Elektrizitätswirtschaft hat in Deutschland während der letzten Jahre außerordentlich stark an Umfang zugenommen. Sowohl das Reich als auch die Länder haben ihre Elektrizitätswerke ausgebaut. Die Interessen des Reiches sind in der Hauptsache durch die „Vereinigte Industrie-Unternehmungen AG. (Viag)" zusammengefaßt, die hauptsächlich zum Ausbau der Elektrowerke im Jahre 1929 eine Kapitalerhöhung von 120 auf 160 Mill RM und 1931 eine weitere Erhöhung auf 180 Mill RM durchführte. Neuerdings veröffentlicht nun das Statistische Reichsamt eine Übersicht über „Die werbenden Betriebe im Haushalt der Länder", aus denen die Einnahmen- bzw. Ausgabenüberschüsse der einzelnen Länder seit 1925 ersichtlich sind. Die Reineinnahmen sind demnach ständig gestiegen und machten bereits im Rechnungsjahre 1930 (1. IV. 1930 bis 31. III. 1931) 8,2 % der gesamten Reineinnahmen der Länder aus. Die Reineinnahmen der Länder aus

[1] ETZ 1930, S. 1339.

Digitized by Google

der Elektrizitätsversorgung nahmen folgende Entwicklung:

	in 1000 RM	in % der Reineinnahmen
1925	228	0,2
1926	1317	1,1
1927	2918	1,7
1928	7537	3,6
1929	7678	4,3
1930	8743	8,2

Meistens haben sich die Länder mit eigenen Unternehmungen in die Elektrowirtschaft eingeschaltet. So hat Preußen seine elektrowirtschaftlichen Interessen seit 1927 in der Preußischen Elektrizitäts-AG., Berlin (Preag) zusammengefaßt, an der sich seit 1929 auch die Kommunen beteiligen können. In Bayern sind 3 überwiegend staatliche Elektrizitätswerke vorhanden, das Walchenseewerk, die Mittlere Isar AG. und die Bayernwerk AG. In Sachsen bestehen die AG. Sächsische Werke und in Baden die Badenwerk AG. als staatliche Elektrizitätsunternehmungen. Die Erträge dieser Großunternehmungen bilden nun den hauptsächlichsten Teil der Ländereinnahmen aus der Elektrizitätsversorgung, die im einzelnen folgendes Bild ergeben, wobei + Reineinnahmen und — Zuschüsse bedeuten:

in 1000 RM	Preußen	Bayern	Sachsen	Württbg.	Baden
1925	— 3673	—	+ 1984	+ 27	+ 1800
1926	— 1853	—	+ 1880	— 445	+ 1633
1927	— 595	+ 738	+ 2891	— 1847	+ 1906
1928	+ 2460	+ 738	+ 2805	— 414	+ 1576
1929	+ 60	+ 922	+ 5800	— 1459	+ 1858
1930	+ 60	+ 1178	+ 4900	+ 124	+ 1808

Demnach ist das Ansteigen in den letzten Jahren vor allem darauf zurückzuführen, daß seitens einzelner Länder erheblich geringere Beträge neu investiert wurden, während vorher ein Teil der Einnahmen wieder verausgabt wurde oder aber die Ausgaben weit größer waren als die Einnahmen. Besonders Preußen hat bis zum Jahre 1927 größere Kapitalbeträge für den Ausbau seiner Elektrizitätsunternehmungen aufgewendet, während Württemberg von 1926 bis 1929 größere Kapitalbeträge zum Ausbau der Landesenergieversorgung verwandte. Die verhältnismäßig stabilsten Einnahmen bezog Baden. (Wirtsch. u. Statist. 1933, S. 54.) *Pm.*

Stand der Elektrisierung Frankreichs. — Einem Bericht der Journée Industrielle zufolge waren anfangs 1932 in Frankreich von insgesamt rd. 38 000 Gemeinden nur rd. 6300 noch nicht in der Lage, elektrische Arbeit zu beziehen, d. s. rd. 17 % mit 2,5 Mill Einwohnern oder 7 % der französischen Bevölkerung. Eine von dem Syndicat des Entrepreneurs de Réseaux et Centrales électriques nach dem Stand vom Juli 1932 entworfene Karte zeigt, daß auf Korsika erst 10 % der Gemeinden mit Strom versorgt waren, im Departement Lozère 20 %, in Lot-et-Garonne 35 %, in la Manche und le Tarn 38 %. Das Seine-Gebiet ist seit 1928 voll elektrisiert. Für die Erzeugung und Verteilung steht vorläufig erst die Statistik von 1930 zur Verfügung, nach der die öffentlichen Elektrizitätswerke Frankreichs in diesem Jahr 15,339 Mrd kWh produziert haben, u. zw. 8,463 mit Wärme- und 6,876 mittels Wasserkraft; das bedeutet eine Steigerung um mehr als 100 % gegen 1923, wo 7,490 Mrd kWh gewonnen sind. Während des Berichtsjahres hat Frankreich 536 Mill kWh ein- und 101 Mill kWh ausgeführt; die Abgabe an die Netze betrug 15,774 Mrd kWh und der Verbrauch der Abnehmer bei 2,139 Mrd kWh Verlust in den Leitungen und Transformatoren 13,635 Mrd kWh, d. s. 332 kWh je Einwohner. Von diesem Konsum entfielen 2,934 Mrd auf die Elektrochemie, 7,806 wurden für andere Zwecke den Verteilungsleitungen entnommen, und 2,895 Mrd kWh fanden unmittelbar an den Kraftwerken Verwendung. Die Leistung letzterer von im ganzen 7,921 Mill kW verteilte sich mit 5,593 Mill auf Wärme- und mit 2,328 Mill kW auf Wasserkraftanlagen. An Verteilungsnetzen, die mehr als 20 Mill kWh übertrugen, zählte Frankreich 1930 etwa hundert; auf 26 dieser Systeme kamen je über 100 Mill kWh, auf weitere 26 rd. 50 ··· 100 und auf 48 Netze 20 ··· 50 Mill kWh. (Électricien Suppl. 1550/1932.) *fm.*

Aus der nordamerikanischen Elektrizitätswirtschaft. — Verbrauch von Holzmasten in den V. S. Amerika. — Nach Angaben des Bureau of the Census haben Eisenbahnen, Elektrizitätsunternehmungen und Telegraphengesellschaften in den V. S. Amerika 1931 insgesamt 2,418 Mill Holzmaste angekauft, d. s. nahezu 47 % weniger als 1929, wo diese Summe rd. 4,557 Mill Stück betrug. In beiden Jahren waren über 80 % dieser Masten gebrauchsfertig (treated). Der Holzart nach überwog die Fichte mit 1,123 bzw. 1,865 Mill Stück, dann folgten 1931 rote und weiße Zeder, Kastanie, Zypresse, Douglastanne u. a.

Die Belastungsverhältnisse in Chikago. — Im Rahmen einer allgemeinen Untersuchung der Lastverteilung bei den größeren Gruppen ihrer Abnehmer hat die Commonwealth Edison Co. kürzlich an Hand von Daten, die sich auf über ein Jahr erstrecken und rd. 400 städtische, in Gruppen von je sieben verschiedenen Besitz-(occupancy-)Typen geteilte Abnehmer betreffen, für Chikago einen durchschnittlichen städtischen Belastungsfaktor von 31 % und einen Verschiedenheitsfaktor dieser Last im Verhältnis zur Gesamtspitze von 1,42 festgestellt. Die von den Haushaltungen entnommene elektrische Arbeit verteilte sich zu 49 % auf Beleuchtung und 51 % auf Verbrauchsapparate. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 582 u. S. 579.) *fm.*

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrischer Zugverkehr Stuttgart—Ulm[1]. — Der elektrische Betrieb im Stuttgarter Nahverkehr und auch auf der Fernstrecke von Augsburg nach Ulm wird bestimmt mit dem Inkrafttreten des Sommerfahrplans am 15. V. d. J. aufgenommen werden. Der Fernverkehr zwischen Ulm und Stuttgart soll einige Wochen später folgen. Die 209 km lange 110 000 V-Fernleitung zwischen Pasing bei München und dem Städtischen Elektrizitätswerk Münster bei Stuttgart wird in den nächsten Tagen fertig und unter Spannung gesetzt. Die gesamte Gleislänge, die mit Fahrdraht ausgerüstet ist, beträgt in Württemberg 510 km, das ist das Vierfache der elektrisch betriebenen Strecken. Die große Zahl der überspannten Gleise ist durch die vielen großen Bahnhofsanlagen in Württemberg bedingt. Insgesamt wurden in Württemberg 4600 Maste im Gewicht von 4000 t nötig. Vier schwere Brücken und zehn Fußgängerstege wurden gehoben und 20 km Gleise gesenkt. Nach Ulm wird man von Stuttgart aus mit D-Zügen durchschnittlich in 80 min (ohne die Aufenthalte) fahren, für Personenzüge wird die Fahrzeit ohne die Aufenthaltszeiten 106 min betragen, also der Fahrzeit der jetzt laufenden Schnellzüge nahekommen. Die Gesamtfahrzeit wird durch die neuen Verbesserungen des Zugverkehrs erheblich vermindert.

Die Aufteilung der süddeutschen Elektrisierungs-Aufträge[1]. — Für die Elektrisierung der Strecke Augsburg—Stuttgart sind laut „F. Z." bisher Aufträge von insgesamt 38 Mill. RM vergeben worden. Eine Gliederung dieser Arbeiten ergibt, daß die Arbeiten auf Firmen innerhalb ganz Deutschlands verteilt worden sind. An der genannten Gesamtsumme ist Berlin, der Sitz der Großkonzerne Siemens und AEG, mit 24,2 % beteiligt. In nahem Abstand folgt jedoch Württemberg, das 19,1 % der Aufträge erhielt, dann Bayern mit 16,3 %, Rheinland-Westfalen mit 6,8 %, Baden mit 4,8 %, während sich 25,4 % auf das sonstige Deutschland und 3,4 % aufs Ausland verteilen. Dabei konnte man auch den Arbeitsmarkt kleinerer Städte erleichtern, nicht zuletzt die Anliegergemeinden der Strecke, die vornehmlich für Arbeiten an dem Bahnkörper, den Bahnhöfen und Brücken Arbeitskräfte stellten.

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG., Dortmund. — Infolge einer größeren Zahl von Mandatsniederlegungen innerhalb der Organe der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen, AG., Dortmund, ist es notwendig gewesen, die Kontinuität der Arbeiten und Aktionsfähigkeit des Vorstandes der Gesellschaft durch Bestellung eines Staatskommissars sicherzustellen. Der Oberpräsident der Provinz Westfalen hat dieser Sachlage Rechnung getragen und Herrn Generaldirektor Dr. Vosberg-Kassel (NSDAP) zum Staatskommissar ernannt. Der Genannte hat sich heute mit der Verwaltung in Verbindung gesetzt und die Geschäfte übernommen.

Kraftwerk Pykara. Im Süden Britisch-Indiens wurde am 5. IV. d. J. das der Regierung der Provinz Madras gehörige Wasserkraftwerk Pykara in Betrieb genommen. Die neue Anlage besteht aus drei Freistrahlturbinen mit Generatoren von zusammen 24 500 kW Dauerleistung, einer 3050 m langen Druckrohrleitung mit einem Bruttogefälle von 940 m, ferner 80 km Doppelleitungen für zunächst 66,

[1] Vgl. a. ETZ 1933, S. 407.

Digitized by Google

später 132 kV, einer Hauptverteilungstation in Coimbatore, von welcher mehrere 22- und 11 kV-Leitungen ausgehen. Die Gesamtkosten betrugen 18 Mill RM[1]. Mit der Eröffnung dieses neuen Werkes verfügt nun Britisch-Indien über sechs große, aus Wasserkraft gespeiste Hochspannungsnetze, nämlich Bombay, Mysore, Kashmir, Ganges, Uhl River und Pykara.

Inbetriebsetzung neuer Kraftwerke in der UdSSR. — In letzter Zeit sind zwei neue Kraftwerke in der UdSSR. in Betrieb genommen: Das Torfkraftwerk Dubrowka in der Nähe von Leningrad und das Wasserkraftwerk Rion in der Nähe von Kutais (Kaukasus).

1. Das Kraftwerk Dubrowka ist 55 km von Leningrad entfernt, es liegt an der Newa unterhalb der Stadt Schlüsselburg. Die Leistung der Zentrale wird im vollen Ausbau 200 000 kW betragen und mit 4 Turbosätzen zu je 50 000 kW nebst 8 Kesseln zu je 2500 m² (33 at, 425° C) ausgerüstet. Im Betriebe befinden sich zur Zeit der erste Maschinensatz und zwei Kessel[2].
2. Das Wasserkraftwerk Rion liegt am gleichnamigen Flusse, hat ein Gefälle von 10,37 m und besitzt 4 vertikale Francis-Turbinen von je 12 000 kW.

   Bei einer ständigen zur Verfügung stehenden Leistung des Kraftwerkes von mindestens 10 300 kW soll das Kraftwerk im Jahre 240 Mill kWh erzeugen[3].

Rundfunkteilnehmer in den V. S. Amerika. — Nach einer kürzlich abgeschlossenen Erhebung belief sich die Zahl der in den V. S. Amerika in Betrieb befindlichen Rundfunkempfangsapparate am 1. I. 1933 auf 16 809 562. Das bedeutet, daß ungefähr 56 % aller Haushaltungen in den Vereinigten Staaten zu diesem Zeitpunkt mit Rundfunkempfangsgeräten ausgerüstet waren. Anfang 1930 waren 12 078 345 Empfangsgeräte in Betrieb. Auf 100 Einwohner entfielen Anfang 1933 in den Vereinigten Staaten 14 Rundfunkteilnehmer gegen vergleichsweise 7 in Deutschland bei einer absoluten Hörerzahl von 4 427 600.

[1] 1 Rupie = 1,50 RM.
[2] Zeitung „Sa Industrialisaziu" 27. 3. 1933.
[3] Zeitung „Istwestje" 11. 3. 1933.

Sechster Fachverbandstag des Reichsverbandes der Handelsvertreter für Elektrotechnik. — Auf dem 6. Fachverbandstage dieses Fachverbandes des Centralverbandes Deutscher Handelsvertreter-Vereine, am 7. III. d. J. in Leipzig, wurden die Zusammenschlüsse auf seiten der Fabrikanten-Kartelle, Syndikate, Preiskonventionen — wie auf seiten der Abnehmer-Einkaufsverbände — und die daraus für den Reichsverband sich ergebenden Fragen behandelt. Über die Belieferung der Warenhäuser und Einheitspreisgeschäfte entspann sich eine lebhafte Aussprache, in der unter anderem die Forderung nach einem gesetzlichen Verbot des Verkaufs von Installationsmaterialien an Laien aufgestellt wurde. Es konnte festgestellt werden, daß die Warenhäuser in neuerer Zeit sich bereit erklärt haben, nur noch Material zu führen, das den Vorschriften des VDE entspricht; auch liegt ein grundsätzliches Abkommen zwischen den Fabrikanten-, Elektrogroßhändler- und Installateurverbänden wegen der Belieferung von Warenhäusern vor.

Gründung der Deutschen Gesellschaft für Erdölforschung. — Der in Deutschland seit langer Zeit als notwendig erkannte Zusammenschluß aller wissenschaftlich-technischen Erdölbelange von der Geologie über die Tiefbohr-, Gewinnungs- und Veredelungstechnik bis zur Verteilung und Verwendung der Erdölerzeugnisse ist von einem vorbereitenden Ausschusse in die Wege geleitet worden. Die Gründungsversammlung tagt am Dienstag, 9. V. d. J., vormittags 11 Uhr in Berlin im Ingenieurhaus. Geschäftstelle: VDI Dr.-Ing. Zaepke, Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

90 Jahre Pintsch. Am 26. April dieses Jahres blickt die Julius Pintsch Aktiengesellschaft, Berlin, auf ihr 90-jähriges Bestehen zurück. Diese neun Jahrzehnte umschließen die von dem Gründer Julius Pintsch und seinen Nachfolgern mit außerordentlicher Tatkraft geförderte Entwicklung einer kleinen Werkstatt zu dem heutigen Großunternehmen von Weltgeltung. Es verdient besonders darauf hingewiesen zu werden, daß die Firma Pintsch von den Tagen ihrer Gründung an ausschließlich mit rein deutschem Kapital arbeitet, das sich heute noch außer einem ganz geringen Prozentsatz in den Händen der Gründerfamilie befindet.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 12. Mai 1933, 2 Uhr nachm. **pünktlich** findet eine

Besichtigung der Kühltransit-Aktiengesellschaft in Berlin O. 17, Stralauer Allee 1 (Osthafen)

und im Anschluß hieran eine

Besichtigung der „Behala" Berliner Hafen- und Lagerhaus A.-G., Abteilung Osthafen, Berlin O. 17, Stralauer Allee 1—16,

statt.

Treffpunkt: Halle des Kühlhauses der Kühltransit-A.-G.

Verkehrsverbindungen:

a) Hochbahn bis Station Osthafen,
b) Stadtbahn bis Station Warschauer Straße, von da 3 — 5 Minuten,
c) Straßenbahnen: Nr. 4, 5, 8, 9, 82, 89, 90.

Die Besichtigung der Betriebe erfolgt auf eigene Gefahr der Teilnehmer; beide Firmen haben jedwede Haftung für persönlichen oder materiellen Schaden, gleichviel welcher Art, abgelehnt.

Die Zahl der Besucher ist auf 60 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932[1].

(Fortsetzung von S. 413.)

B. Elektrisches Nachrichtenwesen.

I. Fernsprechwesen.

1. Fernsprechweitverkehr.

Obgleich die Zahl der Sprechstellen infolge der Wirtschaftskrise abgenommen hat, weist das Netz der Weitverkehrsleitungen auch im Berichtsjahr erhebliche Zugänge auf. Die im Vordergrunde des Interesses stehende, schon seit Jahren geplante Legung eines einadrigen Fernsprechkabels zwischen Großbritannien und Nordamerika ist zwar noch nicht zur Ausführung gekommen; die bereits abgeschlossenen Vorversuche, die z. T. an Hand von Modellen durchgeführt wurden, haben jedoch die technische Ausführbarkeit des Projekts einwandfrei erwiesen.

Die inzwischen erworbene genaue Kenntnis der gesamten Übertragungseigenschaften aller Kabel- und Fernsprechsysteme zeitigte den Entwurf eines optimal aufgebauten Weltverkehrsnetzes, das die beste Ausnutzung der Fernleitungen gewährleisten soll. Dieses wird sich aus verschiedenen „Netzgruppen" aufbauen; seine Eigenschaften wird man bei allen Änderungen und Erweiterungen des bestehenden Fernsprechnetzes anzustreben haben.

Das deutsche Fernkabelnetz ist weiter ausgebaut worden; es wurden eingerichtet und in Betrieb genommen:

[1] Der Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins hat vorstehenden „Rückblick" in der Jahresversammlung am 31. I. 1933 — wie sonst üblich — wegen Zeitmangels nicht vortragen können; der „Rückblick" wird daher nur hier in der ETZ veröffentlicht.

Digitized by Google

30 Leitungen innerhalb Deutschlands,
28 Leitungen zwischen Deutschland und dem Ausland,
9 Leitungen zwischen zwei Auslandstaaten über deutsches Gebiet hinweg.

Damit ist die Zahl der Ende 1932 in Betrieb befindlichen Vierdrahtleitungen auf 447 gestiegen. Diese setzt sich zusammen aus

180 Leitungen innerhalb Deutschlands,
226 Leitungen zwischen Deutschland und dem Ausland,
41 Leitungen zwischen zwei Auslandstaaten im Durchgang durch Deutschland.

2. Technik des Fernsprechweitverkehrs.

Die im vergangenen Jahr entwickelten Pegel- und Restdämpfungschreiber wurden in den Betrieb eingeführt und haben sich gut bewährt.

Auf dem Gebiete der Hochfrequenz-Mehrfachtelephonie auf Freileitungen wurde ein Vierfach-Hochfrequenztelephonie-System M 2/M 3 entwickelt, das für den Betrieb über große Entfernungen mit vielen Verstärkern oder für gleichzeitigen Betrieb auf mehreren Leitungen eines Gestänges besonders geeignet ist.

Um den Fernkabelbau wirtschaftlicher zu gestalten, wurde die Verkleinerung der Fernkabel-Pupinspulen angestrebt und durchgeführt. Das Gewicht und die äußeren Abmessungen der Spulen konnten um 20 ··· 50 % vermindert werden.

Die Vorversuche zur Klärung des Vierdraht-Zweibandfernsprechens sind z. T. abgeschlossen. Es handelt sich in erster Linie darum, die nichtlinearen Verzerrungen innerhalb des Übertragungssystems auf ein sehr geringes Maß herabzudrücken.

Über das Zusammenwirken mehrerer Sätze von Echosperrern in sehr langen Durchgangsverbindungen sind Untersuchungen vorgenommen worden. Es hat sich ergeben, daß mehrere Sätze von Echosperren nicht merklich stören, wenn die Übertragungszeiten geringer als $^1/_5$ s sind.

Für alle pupinisierten Kabelleitungen, die an dem Fernverkehr teilnehmen, ist die Grenzfrequenz auf $f_0 \geq 3200$ Hz festgesetzt worden.

Der Ausbau des Fernkabel-Dienstleitungsnetzes ist durchgeführt. Neben den Fernkabel-Dienstleitungen für den Nahverkehr ist ein Fernverkehrsnetz über Vierdraht- und Zweidrahtleitungen für den Verkehr der großen Netzknotenpunkte untereinander und mit den Grenzverstärkerämtern und nach Bedarf auch mit den wichtigsten ausländischen Anstalten geschaffen worden.

3. Kabeltechnik.

Die Herstellung der Kabel und Spulen ist immer weiter verbessert worden, namentlich in Richtung der Verminderung der Kopplung. Durch statistische Bearbeitung der Meßergebnisse konnten auf Grund der Längenabhängigkeit der Kopplungen die systematischen Fehler von den zufälligen getrennt werden. Es gelang auf Grund dieser Arbeiten, auch die Sternvierer von solchen Fehlern zu befreien und somit die Mittel- und Höchstwerte noch weiter herabzusetzen.

Für die Rundfunkleitungen sind die magnetischen Kopplungen von ausschlaggebender Bedeutung geworden. Für die Meßkontrolle und für die Montage hat sich der magnetische Kopplungsmesser wegen seiner einfachen Ausführung und Handhabung bewährt.

Für die Bestimmung von alladrigen Nebenanschlüssen in Fernsprechkabeln, d. h. von solchen Störungen, bei denen alle Adern Nebenschluß haben, ist ein neues Meßverfahren eingeführt worden.

An den magnetischen Stoffen wurden grundsätzliche Untersuchungen in großem Umfange weitergeführt, die tiefe Einblicke in die Ursachen der Hysterese und über die Zusammenhänge zwischen Anfangpermeabilität, Magnetisierungsarbeit, Nichtlinearität, Remanenzänderung bei Spannungsüberlagerung, Eigenspannungen usw. ergaben. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse führten zur Entwicklung neuer Materialien für Pupinspulenkerne und ähnliche Zwecke. Das gemeinsame Merkmal dieser Materialien, der „Isoperme", ist die hohe Stabilität.

4. Selbstanschlußtechnik, Amtsbau.

Um die Einführung des Selbstanschlußbetriebes auf dem flachen Lande möglichst wirtschaftlich zu gestalten, wurden Schaltungen für ganz kleine SA-Ämter mit höchstens 27 Anschlüssen (27-Amt) entwickelt. Der Ort-zu-Ort-Verkehr (Durchwahl) zwischen kleinen sowie zwischen kleinen und großen SA-Ämtern ist nunmehr bei allen kleinen SA-Ämterarten möglich, da die erforderlichen Schaltungen entwickelt und bereits im Betrieb erprobt sind. In der Fernwahl ist als Fortschritt zu verzeichnen, daß auch über Leitungen mit Trägerwellen jetzt ferngewählt wird. Es ist eine Strecke von 900 km in Betrieb. An Stelle der Wechselstromwelle wird die stoßweise Nummernwahl durch Unterbrechung von Gleichstrom in der Entwicklung von Übertragern mehr und mehr eingeführt.

Neuerungen in den Ortsämtern.

Für Stromversorgungsanlagen der Fernsprechämter wurde die neuerdings entwickelte Gittersteuerung nutzbar gemacht. Die Schaltung verwendet für die Gittersteuerung nur zwei Hilfswellen, eine für die Einschaltung des vollen Stromes und die andere für die Einschaltung eines Reststromes. Wesentlich für die Umschaltung der Hilfswellen ist die Benutzung eines Kontaktvoltmeters, dessen Kontakte durch eine besondere Beschaltung gegen Verbrennung geschützt werden.

Neuerungen im Fernverkehr.

Bei der Einführung des beschleunigten Fernverkehrs bleiben besondere Meldeämter nur in solchen Fernämtern bestehen, bei denen mindestens 6 Meldeplätze für die Anmeldung von Gesprächen des Weitverkehrs erforderlich sind. In den anderen Fernämtern werden die Meldeplätze in die Fernschrankreihe verlegt.

Für das Gebiet des Fernsprechwesens des Eisenbahnbetriebes ist zu erwähnen, daß man heute von Berlin über Essen in alle westlichen Eisenbahndirektionsbezirke hineinwählen kann.

Neuerungen im Schnellverkehr und Überweisungsverkehr.

Zur Stromversorgung der Wechselstromübertragungen mit Wechselstrom von 50 Hz sind eine Stromversorgungschiene zum Anschluß an ein Wechselstromnetz von 220 V und ein neuer Polwechsler zum Anschluß an die Zentralbatterie von 60 V entwickelt worden, die erheblich billiger sind als die bisherigen Einrichtungen. Für den Überweisungsverkehr über Meldeleitungen, Verbindungsleitungen und Weitverkehrsleitungen sind Übertragungen mit Wechselstromzeichengabe und Wechselstromwahl entwickelt worden. Diese Schaltungen sollen in fremdstrombeeinflußten Leitungen und auch in solchen Leitungen verwendet werden, die in feuchten nebligen Gegenden verlaufen und schlechte Isolationswerte haben.

5. Nebenstellentechnik.

Die in den letzten Jahren getroffenen Maßnahmen zur Neugestaltung der Nebenstellenanlagen sind im Berichtsjahr auch bei der Entwicklung kleinster Anlagen verwertet worden. Das Ziel dieser Entwicklung ist eine völlig unbediente Hauptstelle, indem alle Vorgänge wie Rückfragen, Umlegen usw. vom Teilnehmer eingeleitet werden. Nach diesen Gesichtspunkten sind von der Industrie eine Reihe von Kleinstanlagen geschaffen worden, von denen folgende genannt seien:

a) Die Janus-Kleinst-Anlage für 2 ··· 3 Nebenstellen an einer Amtsleitung;
b) Die Nurdie-Kleinanlage für 1 ··· 5 Nebenstellen an einer Amtsleitung;
c) Mixus, ein Relais-Automat für 4 Nebenstellen an einer Amtsleitung.

Bei den übrigen manuellen Zentralen und den Automaten findet für jede Nebenstelle der Haus-, Rückfrage- und Amtsverkehr nur noch über eine Doppelleitung zur Zentrale statt. Für Anlagen mit Haupt- und Unterzentralen wurde das System der einheitlichen Kennzifferwahl durchgeführt. Es ist damit möglich, von jedem Anschluß aus, gleichgültig an welche Unterzentrale er herangeführt ist, bestimmte Dienststellen durch Wahl der gleichen Ziffer zu erreichen. Derartige Nebenstellenanlagen sind von der Reichspost z. T. bereits in Betrieb genommen worden. Ferner sind eine große SA-Nebenstellenanlage (Anrufsucher) und neue Mithörapparate entwickelt worden.

Verstärkereinrichtungen.

a) Verstärkeramtsbau. Die Konstruktionsvereinheitlichungen im Verstärkerbau führten bei der Konstruktion der Fernsprech-Zwischenverstärker zur Einführung des Baukastenprinzips, dessen Vorteile in der Verbilligung liegen bei gleichzeitiger technischer Vervollkommnung (Verbesserung der Konstanz. Nichtlinearität und der Laufzeit) und geringerem Raumbedarf. So konnte bei dem nach diesen Grundsätzen gebauten Verstärkeramt Ulm der Raumbedarf gegen die frühere Bauart etwa auf die Hälfte herabgesetzt werden. Als weitere Neu-

Digitized by Google

erungen verdienen die Vollnetzstromversorgung, die Ausrüstung der Nachbildgeräte mit Resonanzkreisen, die Systementzerrung und Einführung von Leitungs-Endverstärkern (Karlsruhe) genannt zu werden.

Die Neuentwicklung der Röhren für Verstärker und Meßgeräte ist durchgeführt. Insbesondere ist es gelungen, durch Einführung einer neuen Kathode die Lebensdauer und die Betriebskonstanz der Röhren wesentlich zu vergrößern. Es treten künftig an Stelle der BO-Röhren die Ba-Röhre, der OCK- die Ca-Röhre und der CO- die Da-Röhre. Wegen der Austauschbarkeit sind die elektrischen Werte für Gittervorspannung, Anodenspannung und Anodenstrom der bisherigen Röhren beibehalten worden.

b) Schnurverstärker. Die Schnurverstärkeranlagen wurden im Jahre 1932 planmäßig weiter ausgebaut. Die bisherigen Schwierigkeiten beim Rufen und Fernwählen konnten mit Endverstärkern gelöst werden. Die Rundgesprächs-Verstärkereinrichtungen sind mit dem Ziel weiterentwickelt worden, daß statt einseitig wirkender Verstärker solche verwendet werden, die einen Gegensprechverkehr ermöglichen.

II. Telegraphie.

1. Telegraphie auf Landleitungen.

Zur Ausnutzung des unbenutzten Frequenzbandes oberhalb 3000 Hz wurde ein Überlagerungstelegraphiesystem entwickelt und auf einer Strecke von 1500 km ohne gegenseitige Störung von Sprache und Telegraphie erprobt. Die für die Telegraphie nötigen schmalen Frequenzbänder oberhalb 3000 Hz werden von den leichtpupinisierten Fernkabeladern und den zugehörigen Verstärkern noch vollständig übertragen, so daß — abgesehen von einer Umgehung der Echosperren — keine zusätzlichen Kosten entstehen. Die Überlagerungstelegraphie wird voraussichtlich überwiegend im zwischenstaatlichen Verkehr eingesetzt werden können, da sie vor allem für lange Einzelverbindungen geeignet erscheint.

Der Ausbau der Unterlagerungstelegraphie war bei Beginn des Berichtsjahres im wesentlichen abgeschlossen, so daß nur noch einige Kabelstrecken hiermit ausgerüstet werden sollen.

Der Einsatz der Tonfrequenztelegraphie mit 12 Telegraphier-Kanälen ist bisher dadurch beschränkt gewesen, daß ein Bedarf an 12 Betriebsverbindungen zwischen zwei Ämtern nicht oft vorliegt. Durch die Einrichtung des „Staffelbetriebes" erweitert sich die Verwendungsmöglichkeit des Zwölfer-Telegraphiersystems, weil eine Anzahl von Frequenzen (unter Benutzung von Bandfiltern) aus der einen Kabelstrecke in eine andere geleitet werden können, wobei die WT-Relaissätze des Zwischenamtes umgangen werden. Hierdurch werden Relaisübertragungen erspart; außerdem wird ermöglicht, daß bei Verwendung nur einer Leitung mehrere Ämter untereinander Betriebsverbindungen erhalten.

Zwischen Berlin und Frankfurt a. M. wurde die vierte WT-Verbindung, zwischen Berlin und Bremen sowie zwischen Frankfurt a. M. und Paris je eine Zwölffach-WT-Verbindung eingerichtet.

Die Einführung der Springschreiber hat weitere Fortschritte gemacht. Das Reichspostministerium hat außer den bei der Deutschen Reichspost benutzten Springschreibern (Streifendruckern) und dem Blattschreiber mit festem Typenkorb folgende Apparate für den Betrieb der Fernschreib-Ausnahmequerverbindungen und der Nebentelegraphenanlagen mit Springschreiberbetrieb zugelassen: den Blattschreiber mit wanderndem Typenkorb, die Lochstreifengeräte, den Springschreiber mit Zählvorrichtung (für das Zusammenarbeiten mit Blattschreibern) und den Springschreiber mit Lochempfang. Anläßlich der Abrüstungskonferenz in Genf wurde im Februar auf dem Fernamt Berlin eine Fernschreib-Vermittlungseinrichtung der Deutschen Reichspost in Betrieb genommen, die es gestattet, nach Art einer Fernsprechvermittlung die in Berlin angeschlossenen Teilnehmer (Zeitungen, Nachrichtenbüros) auf Wunsch mit einer nach Genf führenden Leitung zu verbinden. Die Anlage arbeitet mit einer gleichartigen Anlage in Genf zusammen. Bei der Reichsrundfunkgesellschaft in Berlin ist gleichfalls eine Fernschreib-Vermittlungseinrichtung aufgestellt worden, um die über das ganze Reich verstreut liegenden Sendegesellschaften der RRG untereinander mit der RRG und der Dradag in Berlin wahlweise verbinden zu können. Die Zahl der von Privaten ermieteten Telegraphenverbindungen für Springschreiberbetrieb hat weiter zugenommen. Sie beträgt z. Zt. 46 mit einer Leitungslänge von rund 15 600 km.

Neue Bildtelegraphenverbindungen wurden zwischen Berlin und New York, zwischen Berlin und Bangkok, zwischen Berlin und Amsterdam sowie Berlin und Bandoeng (Niederl.-Indien) über Amsterdam eröffnet. Die für Bandoeng bestimmten Bilder werden auf dem Kabelwege nach Amsterdam übertragen und von dort drahtlos weitergegeben.

2. Seekabeltelegraphie.

Zum Zwecke der Beschleunigung des Hamburger Telegrammverkehrs mit Nordamerika ist im Februar 1932 eine unmittelbare Verbindung Hamburg—New York ohne jegliche Umtelegraphierung auf Zwischenämtern eingerichtet worden.

Für die Schwedenseekabel wurde ein Achtertelegraphiesystem mit erhöhter Telegraphiergeschwindigkeit weiter entwickelt.

Die italienische Telegraphenverwaltung hat auf der 240 km langen Strecke Rom—Sardinien mit der Legung des bis jetzt längsten Fernsprech-Seekabels begonnen; das Kabel wird streckenweise durch Tiefen bis 1500 m verlegt. Zur Verbesserung des Verkehrs zwischen England und dem Kontinent soll zwischen Dover und La Panne (Belgien) ein neuartiges Seekabel verlegt werden.

Eine neue Maßnahme zur Erhöhung der Betriebssicherheit für Seekabelverbindungen wurde von der Bell Telephone Co. mit Erfolg erprobt. Das Innere des Versuchskabels wird nur zur Hälfte von den papierisolierten Adern eingenommen, während die andere Hälfte mit Stickstoffgas gefüllt ist, das ständig unter Druck steht. Bei einem Kabelbruch zeigen das Nachlassen des Gasdruckes das Auftreten eines Fehlers und die aufsteigenden Bläschen den Fehlerort an, während gleichzeitig die von Land aus unter stärkeren Druck gesetzte Gasfüllung das Eindringen von Wasser verhindert.

III. Beeinflussung zwischen Starkstrom und Schwachstrom.

Nach den Empfehlungen des CCI ist im Berichtsjahr von Siemens & Halske ein objektiver Geräuschspannungsmesser gebaut worden, mit dem die Geräuschspannung in Fernsprechleitungen unmittelbar objektiv gemessen und aufgezeichnet werden kann. In Verbindung mit einem Zusatzkasten kann das Gerät auch zu Störspannungs- und Störstrommessungen (in unmittelbarem Anschluß an die Starkstromanlage) benutzt werden. Ein objektiver Geräuschspannungsmesser von Siemens & Halske wird z. Zt. zusammen mit einem gleichen Gerät der American Telephone and Telegraph Co. und des General Post Office beim Sfert-Laboratorium des CCI untersucht.

Erstmalig sind Untersuchungen über die Störwirkung gittergesteuerter Gleichrichter ausgeführt worden. Dabei hat sich gezeigt, daß die Bedenken, die gegen die Einführung gittergesteuerter Gleichrichter in Bahnnetzen vom störungstechnischen Standpunkt aus geltend gemacht worden sind, zu Recht bestehen. Die Prüffeld- wie auch die Netzversuche sollen fortgesetzt werden.

Im Auftrag der Kommission für Schwachstrombeeinflussung des VDE ist eine größere Untersuchung ausgeführt worden, um an oberirdischen Fernleitungen die Beziehung zwischen induzierter Längs- und Geräuschspannung zu ermitteln.

Die Berechnung der Spannungsverteilung in beeinflußten Kabeln sowie der durch Blitzschläge in Luftkabeln auftretenden Spannungen wurde fortgesetzt.

Durch Verbesserungen der magnetischen Eigenschaften der Bewährungswerkstoffe konnte der Kabelschutzfaktor beträchtlich herabgesetzt werden.

Eine wesentlich vereinfachte Meßapparatur für Messungen an kurzen Kabelstücken wurde geschaffen. Die Reichspost hat die Messung der Außenteilkapazitäten eingeführt. Damit ist die Ursache für die Entstehung der Störgeräusche in beeinflußten Fernsprech-Kabelleitungen erfaßt. (*Schluß folgt.*)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Der erste Druck der neuen 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933, der am 1. März erschien, war bereits nach 14 Tagen vergriffen, so daß spätere Bestellun-

Digitized by Google

gen zunächst nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Ein Nachdruck ist inzwischen angefertigt worden und liegt versandbereit vor. Alle Bestellungen, die inzwischen bei den verschiedenen Stellen eingegangen sind, werden nunmehr ausgeführt.

Da der Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben. Die Preise sind nach wie vor:

Für Nichtmitglieder: RM 16,20
Für VDE-Mitglieder: RM 14,60

Umtausch-Angebot: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage RM 13,80.

(Noch ältere Auflagen können nicht eingetauscht werden.)

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes seit der letzten mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung in München. 1932/33.

In Wort und Schrift ist an der Jahreswende von ersten Wirtschaftsführern die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands behandelt worden, wobei allgemein zum Ausdruck kam, daß der Tiefstand der Wirtschaftskrise überwunden sei, und das Jahr 1933 zur Ankurbelung der Wirtschaft, ganz besonders auf allen technischen Gebieten, ausgenutzt werden sollte.

Die Stellungnahme unseres Vorsitzenden, Prof. Dr. Petersen, hierzu dürfte den Mitgliedern von Interesse und Bedeutung sein. Sie lautet:

„Wohl auf keinem Gebiet der Wirtschaft ist die Voraussetzung für eine schnelle Ingangsetzung der zur Zeit leider sehr lahmgelegten Erzeugung ihrer Industrie so gegeben und trotz Personalabbaues planmäßig so organisiert, wie in der deutschen Elektrotechnik. Mit großen Opfern auch in dieser Zeit durchgeführte wissenschaftliche Forschungen und deren Erkenntnisse und praktische Auswertung auf allen Gebieten der Elektrotechnik lassen segensreiche Ergebnisse erhoffen.

Für führende Qualitätserzeugnisse stehen technisch vervollkommnete Einrichtungen und der zu ihrer Verwendung und Bedienung erforderliche, sorgsam ausgebildete und ausgesuchte technische Nachwuchs gerüstet bereit.

Wenn uns ein gütiges Geschick einen längeren Weihnachtsfrieden, eine Atempause im politischen Wirrwarr beschert, und die ernsthaften Bemühungen führender Männer in Reich, Staat und Kommune einen Ansatz zur Wiederbelebung der Wirtschaft bieten, wird die deutsche Elektrotechnik alle ihre geistigen und manuellen Kräfte freudig und mutig, aber auch des Erfolges sicher, einspannen und sich auswirken lassen, und so nicht nur die Ankurbelung des Jahres 1933 über den beschwerlichen Anlauf, sondern auch die die Arbeitslosigkeit bannende Wiederbelebung der deutschen Wirtschaft in ihren taktmäßigen Gang bringen zum Wohl und Segen des gesamten Volkes und damit des deutschen Vaterlandes."

Inzwischen haben erfreulicherweise die innerpolitischen Ereignisse einen nationalen Umschwung der bisherigen Verhältnisse im deutschen Wirtschaftsleben gebracht, der eine Wiederbelebung bereits zeigt und hoffentlich einer großen Zahl beschäftigungsloser Fachgenossen wieder Arbeit und Brot bringt.

Erfreulicherweise hat in der Elektroindustrie und Elektrowirtschaft der Abbau von Personal nahezu aufgehört, sodaß uns ein weiterer Verlust von Mitgliedern erspart bleiben dürfte, zumal durch Beschluß des mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusses in München 1932 der Mitgliedsbeitrag für persönliche Mitglieder um 20 % herabgesetzt wurde. Über diese Beitragsermäßigung hinaus haben wir den in wirtschaftlicher Not befindlichen Mitgliedern weitestgehende Ermäßigung ihrer Beiträge zuteil werden lassen, weil uns der Zusammenhalt möglichst aller Fachgenossen am Herzen liegt. Eine allgemeine weitere Herabsetzung des Mitgliedsbeitrages entspricht keineswegs den Leistungen des Verbandes auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet und gegenüber dem Mitgliede selbst, da schon die unentgeltliche Lieferung des Textteiles der ETZ mehr kostet, als dem Verbande anteilsmäßig aus den Mitgliederbeiträgen zufließt.

Dankenswerterweise sind wir von verschiedenen Behörden in der Werbung persönlicher und körperschaftlicher Mitglieder erfolgreich unterstützt worden, wodurch auch das Interesse dieser Stellen an unseren Verbandsarbeiten erfreulicherweise gewonnen hat.

Der Rückgang an Mitgliedern und an Erträgnissen aus der ETZ zwang zwar zu äußerster Sparsamkeit in Sachausgaben, während bei dem stets auf das äußerste bemessenen Personalbestand der Geschäftstelle eine weitere Einschränkung an Personal ohne Gefährdung des notwendigsten Aufgabengebietes nicht mehr möglich ist. Der Personalbestand des Verbandes, also ausschließlich Prüfstelle, ETZ-Verlag G. m. b. H. und ETZ-Schriftleitung, umfaßt insgesamt 30 Personen.

Das finanzielle Gesamtergebnis des Verbandes wurde durch die Wertverbesserung unserer Effektenbestände günstig beeinflußt, wodurch Kursverluste vermieden wurden.

Trotz des starken Rückganges der Anzeigen in der ETZ haben wir uns nicht entschließen können, den Textteil zu verringern, da man das Geschäft einer führenden Zeitschrift, wie der ETZ, nicht unter dem Eindruck einer augenblicklichen Wirtschaftslage betrachten darf, sondern auf Jahre hinaus beurteilen muß. Da erfahrungsmäßig in Zeiten wirtschaftlichen Rückganges mehr Arbeiten zur Veröffentlichung eingehen, haben wir Wert darauf gelegt, die Arbeiten im Interesse der Autoren und Leser wirkungsvoll zu kürzen. Die gleiche Erscheinung mußte auch beim Archiv berücksichtigt werden, das seinen Jahresverlust innerhalb der vorgesehenen Grenzen halten konnte.

Die Verlagsabteilung des Verbandes war stark mit den Vorarbeiten für die 19. Auflage des nach zweijähriger Pause nach dem Stande vom 1. Januar 1933 erschienenen Vorschriftenbuches beschäftigt, das unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen und der Anregungen aus der Praxis in seiner gesamten inneren Anordnung und Gliederung grundlegend geändert werden mußte. Diese Neuerungen betreffen in erster Linie die Art der Numerierung — und damit der Zitierung — der VDE-Arbeiten sowie die Anordnung des Sachverzeichnisses, das durch Hinzunahme zahlreicher Stichworte, die bisher nicht aufgeführt waren, erheblich erweitert wurde. Hierdurch ist es zu einem Horizontalquerschnitt durch das gesamte Vorschriftenbuch des Verbandes, dessen Übersicht immer schwieriger wurde, geworden.

Mit gutem Erfolg hat die Verlagsabteilung den Vertrieb unserer eigenen Veröffentlichungen, insbesondere der VDE-Sonderdrucke sowie der uns in Kommission übertragenen Ruppel'schen Geschichtstafeln, gefördert.

Die ETZ-Verlag G. m. b. H. war laufend mit der Bearbeitung aller Fragen beschäftigt, die durch die von der Firma Springer zur Klärung der Rechtsverhältnisse in bezug auf die im ETZ-Geschäft entstandenen Umsatzsteuern angestrengte Feststellungsklage erforderlich wurden.

Gleich wie im Vorjahre war die Tätigkeit des technischen Vertreters des Generalsekretärs bei der systematischen Bearbeitung aller Kommissionsfragen erfolgreich und allseits fördernd. Sie erstreckte sich auch helfend und ordnend auf die Vorbereitungen und Überlegungen für die Neuordnung des Vorschriftenbuches.

Die Zahl der seit der 18. Auflage des Vorschriftenbuches trotz aller Einschränkungsbestrebungen notwendig gewordenen neuen bzw. neu bearbeiteten Bestimmungen bedingte ein außergewöhnliches Ausmaß von Sitzungen der Kommissionen und Ausschüsse, deren Arbeiten dank der wertvollen und uneigennützigen Unterstützung und Mitarbeit einer großen Zahl von anerkannten Fachgenossen aus allen interessierten Kreisen abgeschlossen werden konnten.

Unser Dank gebührt auch an dieser Stelle allen beteiligten Reichs- und Staatsbehörden sowie Instituten, der Wissenschaft, der Industrie, der Elektrowirtschaft, Handel und Gewerbe.

Mit gleicher Befriedigung gedenken wir der fruchtbaren Zusammenarbeit mit den berufsverwandten Vereinen und Verbänden, insbesondere mit dem Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine und dem Verein deutscher Ingenieure, dessen Einrichtungen, wie „Ingenieurdienst" und „Forschung tut not", wir nach Kräften unterstützen. Dem Ingenieurdienst konnten wir für Spezialarbeiten auf dem Gebiete der Untersuchung von Rundfunkstörungen durch Überweisung von rd 4000 RM die Beschäftigung mehrerer stellungsloser Ingenieure für längere Zeit ermöglichen.

Gemeinsam mit dem „Deutschen Verband" beteiligten wir uns mit Erfolg an einem Protest des Deutschen Normenausschusses gegen einen dem vorläufigen Reichswirtschaftsrat zugegangenen Antrag, die Normblätter vom

Digitized by Google

Schutz des Urheberrechts auszuschließen. Diese Gefahr für die Normblätter konnte beseitigt werden, wodurch auch der urheberrechtliche Schutz unserer eigenen Veröffentlichungen gesichert ist.

Eine ausführlich begründete Eingabe des VDI, der einen Ausbau der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Rahmen des Arbeitsbeschaffungsprogramms der Reichsregierung fordert, haben wir lebhaft unterstützt.

Die gemeinsam mit dem VDI herausgegebene „Technische Zeitschriftenschau" konnte trotz der schlechten Wirtschaftsverhältnisse durch Unterstützung interessierter Kreise auch im Berichtsjahre weitergeführt werden.

Der Vorstand erledigte in 5 Vorstandssitzungen die laufenden Verbandsgeschäfte. Der Verband hielt eine Ausschuß- und 150 Kommissionssitzungen ab.

Seit dem 15. April 1932 sind 11 Normblätter neu erschienen, so daß sich die Zahl der bisher aufgestellten DIN VDE-Normblätter auf 399 erhöht. In abgeänderter Ausgabe sind 12 DIN VDE-Normblätter erschienen, die in vorstehender Zahl nicht mit einbegriffen sind. 12 Normblattentwürfe wurden zur Kritik gestellt, und zwar z. T. durch Veröffentlichung in der ETZ und z. T. durch Veröffentlichung in anderen Fachzeitschriften. Bei Veröffentlichungen in anderen Fachzeitschriften wurde jeweils in der ETZ auf die betreffenden Veröffentlichungen hingewiesen.

Über die Abrechnung der Baukosten des VDE-Hauses nebst Grundstückserwerb konnte bereits in der Ausschußsitzung in München berichtet werden, daß trotz wesentlicher Mehraufwendungen für unvorhergesehene Bauarbeiten, wie Schall- und Feuchtigkeitsisolierung usw., die genehmigte Baukostensumme erheblich unterschritten wurde. Nach 1½jähriger Benutzung des VDE-Hauses kann über Material und Bauart, Zweckmäßigkeit der Gesamteinrichtung nur Befriedigung festgestellt werden.

An internationalen Veranstaltungen und Arbeiten im Berichtsjahr war der Verband mehrfach beteiligt. Neben den laufenden Arbeiten des Deutschen Komitees an den Aufgaben der IEC, der wir mit Erfolg einen Antrag auf Einsetzung eines Arbeitsausschusses für Kabel einreichten, bereiteten wir im Deutschen Komitee der IEC die deutsche Beteiligung an den Fachberichten des V. Internationalen Elektrizitäts-Kongresses in Paris vom 5. bis 12. Juli 1932 vor, dem wir 42 deutsche Berichte vermitteln konnten.

Im Januar 1933 wurde unter dem Vorsitz von Prof. Rachel und unter Führung des Verbandes ein Deutscher Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz (DA der CIGRE) gebildet, nachdem langjährige Verhandlungen zwischen der CIGRE und deutschen Verbänden zu einer allseits befriedigenden Verständigung in der Sprachenfrage geführt haben, wonach auf der Tagung die deutsche Sprache gleichberechtigt mit den sonst in der Technik gebräuchlichen Hauptsprachen anerkannt ist. Näheres hierüber ist der ETZ, Nr. 4 v. 26. I. 1933, S. 94, zu entnehmen.

Wie in den Vorjahren vermittelten wir den einzelnen zum Verband gehörenden Elektrotechnischen Vereinen und Gesellschaften, von denen zwei, der Dresdner Elektrotechnische Verein sowie die Elektrotechnische Gesellschaft Hannover, ihr 40-jähriges, der Elektrotechnische Verein am Niederrhein sein 25-jähriges und der Elektrotechnische Verein Südbaden sein 10-jähriges Bestehen feiern konnten, eine große Zahl von Vorträgen.

Am 26. März 1933 beging unser Ehrenmitglied, Präsident a. D. Prof. Dr. Strecker, die Vollendung seines 75. Lebensjahres.

An der für die Zeit vom 1. Juli bis 13. August 1933 in Essen geplanten Elektrowärme-Ausstellung, deren Besuch wir allen Interessenten empfehlen, beteiligten wir uns durch Übernahme eines Beitragsanteiles, während wir das Forschungsinstitut für Elektrowärmetechnik in Hannover durch einen Beitrag von 2000 RM, wie im Vorjahr, unterstützten.

In der Prüfstelle wirkten sich die infolge des zurückgegangenen Auftragseinganges bereits im Vorjahr durchgeführten Abbaumaßnahmen günstig aus. Die Prüfstelle konnte ihre Ausgaben aus den Einnahmen decken, nachdem ihr gesamter Personalbestand infolge der Auftragsrückgänge auf 24 Personen gegenüber 36 Personen im Vorjahr herabgesetzt werden konnte.

Die Zahl der von der VDE-Prüfstelle in der Berichtszeit durchgeführten Prüfungen hat sich gegenüber dem Vorjahre etwas verringert. Es wurden rd. 1500 Zeichenprüfungen und Begutachtungen ausgeführt; davon führten 65 % zu einem günstigen Ergebnis, während bei 35 % größere Mängel festgestellt wurden. In der gleichen Zeit wurden rd. 720 Kontrollprüfungen vorgenommen. Von diesen verliefen 64 % günstig; bei 9 % waren kleinere Beanstandungen zu machen, und bei 27 % wurden größere Mängel festgestellt. In verschiedenen Fällen mußten den Herstellern der Gegenstände wegen des schlechten Ausfalls der Überprüfungen Vertragsstrafen auferlegt bzw. die Gebühren für die sonst kostenlos erfolgenden Kontrollprüfungen in Rechnung gestellt werden.

Die zwischen dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie und der VDE-Prüfstelle getroffene Vereinbarung bezüglich Kontrolle derjenigen Isolierrohrwerke, welche die Zeichengenehmigung besitzen, wurde zunächst bis zum 30. Juni 1933 verlängert.

Die Kontrolle der Fabriken isolierter Leitungen, welche den Verbandskennfaden führen dürfen, wurde in gleichem Umfange durchgeführt wie im vorigen Jahr. Die Zahl der zu kontrollierenden Werke blieb unverändert.

Wegen unberechtigter Benutzung der Verbandszeichen mußten wieder verschiedentlich Vertragsstrafen verhängt werden.

Ferner stellte die Prüfstelle in einer Reihe von Fällen Strafanträge bei der zuständigen Staatsanwaltschaft. Die daraufhin von den Gerichten gefällten Urteile sind z. T. in der Elektrotechnischen Zeitschrift bekanntgegeben worden. Ein Teil der Vorgänge ist noch nicht erledigt.

Die Prüfstelle hat eine Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Führung der Verbandskennzeichen nach dem Stande vom 31. Dezember 1932 in geringer Auflage selbst angefertigt. Diese Zusammenstellung wird gegen Erstattung der Selbstkosten an Interessenten abgegeben.

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die wesentlichsten Arbeiten der Kommissionen und Ausschüsse, insbesondere der Arbeiten, die dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß in Wiesbaden zur Entscheidung vorgelegt werden.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.

Die Neufassungen der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen" und der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen" sind, wie in ETZ 1932, S. 1116 und 1138, angekündigt wurde, in der Zwischenzeit durch den Vorstand auf Grund der ihm durch den Ausschuß erteilten Vollmacht verabschiedet und mit dem 1. April 1933 in Kraft gesetzt.

Die Kommission hat zur Erledigung laufender Arbeiten den Arbeitsausschuß verschiedentlich innerhalb des Berichtsjahres zu Sitzungen einberufen.

Außerdem ist bei der Kommission ein Sonderausschuß „Explosionsschutz" gebildet worden, der sich mit der Aufstellung von Leitsätzen befaßt, die Ausführungsbestimmungen zu den in § 35 der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1." enthaltenen Grundsätzen für die Installation von explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen geben sollen.

Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Die Neufassungen der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen" und der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen" sind, wie in ETZ 1932, S. 1116 und 1138, angekündigt wurde, in der Zwischenzeit durch den Vorstand auf Grund der ihm durch den Ausschuß erteilten Vollmacht verabschiedet und mit dem 1. April 1933 in Kraft gesetzt.

Das Bergwerkskomitee, in dem alle zuständigen Bergbehörden vertreten sind, hat Änderungen bzw. Erweiterungen von §§ 7 und 11 der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." vorgeschlagen, die nach Zustimmung der Kommission als Entwurf veröffentlicht wurden und nach ordnungsmäßiger Erledigung etwa eingehender Einwände auf Grund einer zu beantragenden Vollmacht durch den Vorstand mit dem Tage der Verkündung in der ETZ in Kraft gesetzt werden sollen.

Der bei der Kommission bestehende Sonderausschuß „Leuchtröhrenanlagen" hat eine Neufassung der „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen" ausgearbeitet, die demnächst in der ETZ als Entwurf veröffentlicht wird.

Kommission für Betriebsvorschriften.

Die Neufassungen der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen" und der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in

Digitized by Google

medizinischen Röntgenanlagen" sind, wie in ETZ 1932, S. 1116 und 1138, angekündigt wurde, in der Zwischenzeit durch den Vorstand auf Grund der ihm durch den Ausschuß erteilten Vollmacht verabschiedet und mit dem 1. April 1933 in Kraft gesetzt.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Die Kommission beschäftigte sich im wesentlichen mit Arbeiten, die seitens der Nationalen Kommittees der IEC zu erledigen waren. In der letzten Sitzung des IEC-Maschinenkomitees Juni/Juli 1932 in Paris haben die Vertreter der Nationalen Kommittees zugesagt, die nationalen Vorschriften für Maschinen und Transformatoren nach Möglichkeit denen der IEC (Publication 34, Rules for Electrical Machinery.) anzupassen. Ein von der Kommission eingesetzter Arbeitsausschuß hat deshalb die Vorarbeiten für die Angleichung der R.E.M. und R.E.T. an die IEC-Regeln aufgenommen. Dieser Ausschuß beschäftigt sich gleichfalls mit Untersuchungen, die als Unterlagen für eine Neubeartung und Ergänzung der IEC-Regeln dienen sollen. Im Zusammenhang hiermit ist eine Neubearbeitung der R.E.M. und R.E.T. in Angriff genommen, wobei die im Laufe der Zeit bei der Geschäftsstelle eingegangenen Anregungen berücksichtigt werden.

Der Unterausschuß für Klemmenbezeichnungen beschäftigte sich mit einem von der IEC aufgestellten Entwurf von Klemmenbezeichnungen für Maschinen und Transformatoren. Im Anschluß hieran wird die seinerzeit begonnene Neubearbeitung eines VDE-Entwurfs für Klemmenbezeichnungen fortgesetzt.

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgengesellschaft wurde ein Entwurf von „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren für Röntgenanlagen R.E.R.T." aufgestellt, der sich möglichst eng an die R.E.T. anschließt. Dieser Entwurf wird demnächst in der ETZ bekanntgegeben werden.

Kommission für aussetzende Betriebe.

Die Kommission ist zu Sitzungen nicht zusammengetreten. Technische Anfragen wurden von der Geschäftstelle unmittelbar bearbeitet.

Kommission für Elektrowerkzeuge.

Die Kommission hat eine Änderung des § 23 a) der „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.E.Wz." beschlossen (veröffentlicht ETZ 1932, Seite 1095), die dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt wird.

Kommission für Elektrowärmegeräte.

Die Neubearbeitung der in den „Vorschriften für Elektrowärmegräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.W.G." enthaltenen Bestimmungen über Heizkissen konnte nicht zum Abschluß gebracht werden.

Die Kommission ist z. Z. damit beschäftigt, Erklärungen zu den V.W.G. aufzustellen. Als weitere Arbeit ist die Aufstellung von Sonderbestimmungen für Haushaltherde vorgesehen.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat auf Grund der ihr erteilten, bereits in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht erwähnten Befugnis die redaktionelle Überarbeitung der seit dem 1. Januar 1930 geltenden „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." abgeschlossen und das Ergebnis nach Veröffentlichung als Entwurf und ordnungsmäßiger Behandlung der eingegangenen Einsprüche dem Vorstande zur Inkraftsetzung zugeleitet. Der Vorstand hat in Ausübung der ihm erteilten Vollmacht die an den V.S.F. vorgenommenen Änderungen mit dem Tage der Verkündung in der ETZ, d. h. mit dem 1. Dezember 1932, in Kraft gesetzt.

Die Kommission ist z. Z. mit der Durchberatung der von den nachstehend erwähnten Behörden aufgestellten Kreuzungsvorschriften, die die zuständigen Behörden nach Abschluß der Beratungen in der Kommission in Kraft zu setzen gedenken, beschäftigt:

1. Bahnkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen B.K.V. der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft,
2. Wasserstraßen-Kreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen W.K.V. der Reichswasserstraßenverwaltung,
3. Postkreuzungsvorschriften für fremde Starkstromanlagen P.K.V. der Reichspostverwaltung.

Kommission für Drähte und Kabel.

Die Kommission hat über einige dringliche Änderungen an den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L." sowie an den „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K." beraten. Diese Änderungen werden dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt.

Im nächsten Geschäftsjahr ist eine Neubearbeitung der V.S.K. in Aussicht genommen. Die V.I.L. werden voraussichtlich auf Grund internationaler Verhandlungen geändert werden müssen.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission hat beschlossen, die 1928 in Kraft getretenen „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennpannung K.P.I." einer Neubearbeitung zu unterziehen und die Vorschriften dem jetzigen Stande der Technik anzupassen.

Einige dringliche Änderungen und Ergänzungen einzelner Paragraphen der K.P.I., insbesondere über die Einführung einer Gebrauchsprüfung für Dosenschalter und Steckvorrichtungen und Änderungen der Vorschriften für Isolierrohre unter Einbeziehung der neuerdings auf den Markt gekommenen aluminiumplattierten Rohre sind bereits in der ETZ 1933, S. 163, veröffentlicht worden. Die Änderungen werden dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt.

Die Kommission hat ferner die Erklärungen zu einzelnen Paragraphen der K.P.I. neu bearbeitet.

Kommission für Schaltgeräte.

Eine aus Mitgliedern der Kommission für Schaltgeräte und der Kommission für Anlasser- und Steuergeräte gebildete Arbeitsgruppe „Schaltgeräte und Anlasser" ist damit beschäftigt, die Vorschriften für Schaltgeräte und die Vorschriften für Anlasser- und Steuergeräte einer Neubearbeitung zu unterziehen mit dem Endziel die beiden Regeln in einer Arbeit zusammenzufassen.

Einige dringliche Änderungen der R.E.S. (veröffentlicht ETZ 1933, S. 245/246), die durch die am 1. Januar 1932 in Kraft getretenen „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber L.S.G." bedingt sind, werden dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt.

Die Unterkommission für Schutzschalter hat einen vollständig neuen Entwurf „Leitsätze für Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung" aufgestellt, der dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt wird.

Es ist in Aussicht genommen, zu den Leitsätzen für Schutzschalter Erklärungen von Seiten der Unterkommission herauszugeben, die näheren Aufschluß über einzelne Bestimmungen geben sollen.

Kommission für Zähler.

Die Kommission ist zu Sitzungen nicht zusammengetreten, jedoch wurden die im Tätigkeitsbericht des vergangenen Jahres erwähnten größeren und umfangreichen Untersuchungen bezüglich der Überlastungsfähigkeit von Zählern sowie die Bearbeitung einzelner normentechnischer Fragen durch die zuständige Fachgrunpe „Zähler" beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie fortgeführt.

Die Kommission selbst wurde wegen des Ablaufs ihrer Amtsdauer aufgelöst und neu gebildet.

Technische Anfragen u. dgl. wurden durch die Geschäftstelle unmittelbar bearbeitet.

Kommission für Fernmeldetechnik.

Die Kommission hat auf Grund verschiedener Änderungen an den „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." zur Übereinstimmung mit den „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F." und ferner im Hinblick auf die inzwischen in Kraft getretenen „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Netzstrom führenden Fernmeldegeräten V.F.G.N." einige Änderungen an den ab 1. Januar 1932 geltenden V.E.F. vorgenommen.

Die Kommission hat diese Änderungen dem Vorstande vorgelegt, der die Änderungen mit dem Tage der Verkündung in der ETZ, d. h. mit dem 1. Dezember 1932, in Kraft gesetzt hat.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat durch die Unterkommission „Innenanlagen" die ab 1. Juli 1929 geltenden „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (-netzen) in Verbindung stehen. V. R. G." einer Neubearbeitung unterziehen lassen und legt diese Neubearbeitung unter dem

Digitized by Google

Titel „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V. R. G." dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse zur Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vor.

Der bei der Kommission bestehende und gleichzeitig für die Kommission für Rundfunkstörungen tätige Sonderausschuß „Kondensatoren" hat seine Arbeiten an der Aufstellung von Bestimmungen für Kondensatoren abgeschlossen. Das Ergebnis dieser Arbeiten ist als „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L. R. K." im Entwurf veröffentlicht und wird nach abschließender Beratung über die eingegangenen Einsprüche in der endgültigen Fassung dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse zur Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Kommission hat durch ihre Unterkommission „Preßstoffe" einen Entwurf zu dem Normblatt DIN VDE 640 „Gummifreie Isolierpreßstoffe" aufstellen lassen, der im wesentlichen mit der in ETZ 1932, S. 709, veröffentlichten Typisierung des Zentralverbandes übereinstimmt. Ein erklärender Aufsatz hierzu wird im Auftrage der Kommission vor der Veröffentlichung des Entwurfes bekanntgegeben.

Die Unterkommission bearbeitete ferner einen Entwurf der „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Hartgummi", der demnächst in der ETZ veröffentlicht werden wird. Bei der diesjährigen Ausschußsitzung wird eine Bevollmächtigung des Vorstandes zur Verabschiedung dieser Leitsätze beantragt.

Den von der Unterkommission „Geschichtete Isoliertoffe" aufgestellten Entwurf der „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken" legt die Kommission dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß zur Annahme vor. Eine Zusammenfassung der drei Leitsätze für Hartpapierplatten, -rohre und -formstücke ist beabsichtigt.

Der Entwurf der „Leitsätze für die Prüfung von Lackstoffen und Lackschläuchen" konnte im Berichtsjahr noch nicht verabschiedet werden.

Zur Berücksichtigung mehrfach geäußerter Bedenken mußte eine Änderung der bestehenden „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Tafel-Preßspan" und „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Rollen-Preßspan" in Angriff genommen werden. Da auch hier eine Zusammenfassung beider Leitsätze beabsichtigt ist, soll diese gleichzeitig vorgenommen werden. Um die Inkraftsetzung der notwendigen Änderungen nicht zu lange hinauszuschieben, wird ebenfalls beantragt, den Vorstand zu der Verabschiedung der neuen Leitsätze nach ordnungsmäßiger Bearbeitung zu ermächtigen.

Auf Grund einer Anregung der Unterkommission „Heizkissen" der Kommission für Elektrowärmegeräte wurden die Arbeiten zur Ausdehnung der „Leitsätze für die Prüfung und Lieferung von Asbestfabrikaten" auf Heizkordeln für Heizkissen begonnen.

Zur Bearbeitung wichtiger Fragen aus dem Gebiet der Isolierstoffe, die ihren Abschluß in Normblättern bzw. Leitsätzen finden sollen, wurden die Unterkommission „Klasseneinteilung der Isolierstoffe" und die Unterkommission „Kriechstromfestigkeit" neu gebildet.

Für die weitere Verfolgung der Methoden zur Prüfung der Schaltfeuerfestigkeit wurden die Versuche im Elektrischen Prüfamt 3, München, fortgeführt.

(Schluß folgt.)

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg. 10. V. 1933, abds. 7½ h, Hotel „Berliner Hof" unmittelbar am Hauptbahnhof: a) Dr.-Ing. H. Koeppen, Berlin, „Dieselelektrische Fahrzeugantriebe". b) Reg.-Baum. a. D. P. Max, Berlin, „Neue Ausführungen von dieselelektr. Triebwagen mit bes. Berücks. d. Schnelltriebwagens Berlin—Hamburg" (m. Film von der Fabrikation und den Versuchsfahrten).

Elektrotechn. Verein des Bergischen Landes, Wuppertal-Elberfeld. 10. V. 1933, abds. 8 h, „Saal der Technik", Alexanderstr. 18: Vortrag Dr.-Ing. H. Rengier, Wuppertal-Barmen, „Grundlegendes über Bau und Wirkungsweise von Stromrichtern".

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein Königsberg. 8. V. 1933, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Obering. Weissbach, Berlin, „Techn. Grundl. u. Anwend. gesteuerter Gleichrichter u. Umrichter".

Elektrotechn. Verein am Niederrhein. 4. V. 1933, abds. 8¼ h, M.-Gladbach, Hotel Oberstadt, Alter Markt: Lichtbilder- und Experimentalvortrag Obering. Besag, „Erden, Nullen, Schutzschalten unter bes. Berücks. d. Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungspannungen in Starkstrom-Anl. mit Betriebspannungen unter 1000 V nach LES 1/1932".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 5 V. 1933, abds. 8 h, Gr. Saal der Gesellschaft Museum, Königstr. 1: Lichtbildervortrag Reg.-Baum. Soergel, München. „Die Absenkung des Mittelmeeres (Atlantropa-Projekt)". (Mit Damen).

Deutsche Physikalische Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für technische Physik in Gemeinschaft mit der Deutschen Mathematikervereinigung und Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik. 4. bis 8. IX. 1933: 9. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Salzburg.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Öl-Kondensator-Durchführung für 220 V.

In H. 23 der ETZ 1932 wurde von Dr. W. HÜTER eine Öl-Kondensator-Durchführung für 220 kV eingehend beschrieben. Der Entwicklungstand der massiven Kondensator-Durchführungen wird in der genannten Abhandlung m. E. unterschätzt. Solche wurden u. a. durch die Micafil AG. schon vor etwa 2 Jahren für eine verkettete Nennspannung von 220 V in den Handel gebracht und in Inseraten und Publikationen öfters erwähnt. Die Kippspannung dieser Durchführungen liegt bei Verwendung in Öl von 90 ° C bei rd. 260 kV; dieser ungewöhnlich hohe Wert wird u. a. erreicht durch Verwendung eines neuartigen Kunstharzes, dessen Verlust-Temperatur-Funktion flacher verläuft als bei den bekannten handelsüblichen Kunstharzen.

Der geschilderte Stand im Bau von ölgefüllten Durchführungen ist aber durch die Micafil AG. seit geraumer Zeit überholt worden. Abb. 1 zeigt die Maße der 220/550 kV-Type, welche dauernd anstandslos 300 kV hält. Der Durchmesser an der Bride beträgt nur 375 mm gegenüber 520 mm der von Dr. HÜTER beschriebenen Durchführung. Die gesamte Länge beträgt 4350 mm gegen 5390 mm, das Gesamtgewicht nur 960 kg. Ölgewicht 150 kg. Durchmesser und Länge der Micafil-300/750 kV-Durchführung stimmen ungefähr mit der von HÜTER beschriebenen 220 kV-Durchführung überein. Die 220 kV-Durchführung hat eine Regen-Überschlagspannung (VDE) von 650 kV und eine Trocken-Überschlagspannung von 740 kV.

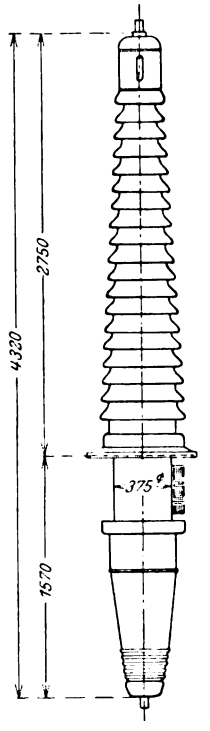


Abb. 1. Maßbild einer mit Öl gefüllten Durchführung mit langer Fassung, System Micafil, Nennspannung 220 kV. Auf der rechten Hälfte ist ein Stromwandlerkern angedeutet.

Die außerordentlich kleinen Abmessungen der Micafil-Öldurchführungen sind nicht durch hohe Beanspruchungen erkauft, sondern durch eine sowohl axial wie radial sehr weit getriebene elektrische Steuerung, wie sie bei massiven Kondensator-Durchführungen nicht möglich ist. Bei über die ganze Länge konstantem axialem Gradienten ist, unter Annahme einer bei allen Radien gleichen Dielektrizitätskonstanten, die radiale Feldstärke in den mittleren Schichten am kleinsten. Füllt man diese Schichten mit Öl, dessen Dielektrizitätskonstante fast nur halb so groß ist wie diejenige des Hartpapiers, so ist eine gute Abgleichung der Beanspruchungen möglich. Damit diese Maßnahme einen Sinn hat, muß allerdings die elektrische Festigkeit des Öles gehoben werden, was durch geeignet bemessene Barrieren geschieht, die mit Hilfe eingewickelter Beläge gleichzeitig zur Steuerung dienen. Innerste und äußerste Schicht sind massive Kondensatorschichten von im Verhältnis zum ganzen Radius geringer

Digitized by Google

Dicke. Solche Durchführungen wurden in großer Zahl ohne vorangehende Versuche auf Grund der Berechnung ausgeführt und erfüllten alle Voraussetzungen restlos. Das Verhalten der Ränder[1] von Einlagen hängt nur von der Spannung je Schicht ab. Bei richtiger Bemessung bewähren sich auch eingewickelte Einlagen anstandslos, wie mehr als 12jährige Erfahrungen mit der von HÜTER beschriebenen Bauart mit jedoch eingewickelten Belägen beweisen. Die Durchführungen sind wegen ihres geringen Durchmessers für den Aufbau von Ringstromwandlern besonders geeignet. Der Überwurf des Unterteils läßt sich leicht entfernen, um den Eisenkern einteilig überschieben zu können.

Erwähnenswert ist eine Ölabsaugvorrichtung, welche es ermöglicht, das Öl ohne Ausbau der Durchführung auszuwechseln. Eine ganze Reihe von 87 kV ··· 380 kV Nennspannung ist entwickelt worden. Ich verweise betr. ausführlicherer Angaben auf die Abhandlung von H. Wirth in den Micafil-Nachrichten Nr. 2 vom Jahre 1931 und auf das Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Nr. 3, S. 61 (1932).

Zürich, 25. VIII. 1932. A. Imhof.

Erwiderung.

Die eine WIRTHsche Veröffentlichung habe ich kennen gelernt, als mein Aufsatz im Druck war, die andere jetzt erst; sonst hätten sie gebührend Erwähnung gefunden. Meine Ausführungen, vor allem für deutsche Leser, waren aber durch sie nicht überholt. Auch waren mir aus Inseraten bis 1930 nur Massiv-Kondensatordurchführungen der Micafil bis 150 kV bekannt. Die WIRTHsche Arbeit im Bull. vom 2. II. 1932 enthält nur in Abb. 4 Verlustmessungen an Material mit neuem Micafil-Harz, und weiter ist in der interessanten Tabelle I an einer 150 kV-Micafil-Durchführung von 1930 die Kippspannung bei der hohen Betriebstemperatur 100 ° zu 245 kV gemessen, an einer für 220 kV von 1928 ··· 1929 aber zu 180 kV. Es bedurfte also längerer Entwicklungsarbeit, um die schwierige Aufgabe für 220 kV zu lösen, die jetzt hervorragend gelungen ist, zumal DREYFUS 1926 die Wärmedurchschlagsgrenze für Massiv-Kondensatordurchführungen zu 150 kV berechnete und die 220 kV-Ausführung auf Grund von Versuchen noch Mitte 1928 von Schweizer Seite für unmöglich erklärt wurde[2]. Die von Herrn Prof. IMHOF im Bull. S.E.V. 1926, S. 588, Abb. 2, gebrachte 220 kV-Massiv-Kondensatordurchführung ist sicher formal sorgfältig berechnet. Die Materialeigenschaften dürften aber damals nicht genau bekannt gewesen sein.

Um dielektrische Verlustwärme in dicken Hartpapierschichten zu vermeiden, habe ich bewußt (bereits bei ersten Tastversuchen 1926) nur dünne leicht herstellbare Rohre und ziemlich viel dünnflüssiges Öl als Kühlmittel verwandt, das selbst bis 100 ° geringe dielektrische nicht lokalisierte Verluste hat. Mit Genugtuung stelle ich fest, daß Micafil gleichzeitig eine verwandte Konstruktion bereits von 87 kV ab und vor allem für 220 kV noch eine Parallelkonstruktion zu ihrer vorzüglichen massiven Durchführung ausgebildet hat, für noch höhere Spannungen diese Ausführung als allein möglich ansieht, da der Wärmedurchschlag ausgeschlossen sei. Die Kühlfähigkeit ihrer geringen Ölmenge ist vor allem an den mit vielen Belägen bepackten inneren und äußeren Massiv-Teildurchführungen eingeschränkt, zwischen die noch in die Ölschicht eine Anzahl von Barrier-Rohren mit eingewickelten, also scharfkantigen Belägen eingesetzt wird. Der Durchmesser der 220 kV-Micafil-Durchführung am Flansch („Bride") ist mit 375 mm beachtenswert klein. Mein Durchmesser von 520 mm stellt, wie schon ausdrücklich bemerkt, nicht die untere Grenze dar; beim Verhältnis beider Rauminhalte von $50^2/37^2 = 1{,}8$ habe ich mich wegen des spezifischen Gewichts von Hartpapier gegenüber Öl $1{,}4/0{,}9 = 1{,}56$ aber bei 520 mm begnügen können, auch weil man die Wandlerabmessungen nach Anm. 18 meiner Arbeit heute erheblich verringern kann.

Der äußerliche Längenunterschied (4350 gegen 5390) kommt einmal daher, daß mein Flansch 710 mm lang ist gegenüber 420, was sich bei mir allein aus dem Verwendungszweck ergab (gerade ein Vorzug der ölgefüllten Durchführung diesen Teil nach Bedarf kurz oder lang zu bauen). Dann sind die mit bzw. ohne Anschlußbolzen gemessenen Ölausdehnungsgefäße 843 bzw. 365 mm lang, zusammen ein Unterschied von 770 mm, Rest: 270 mm. Der Luftüberschlagsweg beträgt bei mir (abzüglich Metallisierung) 2260 mm gegen 2210 mm bei Micafil. Ergebnis: praktisch gleiche Überschlagspannung (720 u. 740 kV), d h. die vielen Einlagen der Micafil wirken nicht günstiger als meine 2 Einlagen (mit abgerundeten Rändern). Es läßt sich sogar mein Trockenüberschlag durch scharfkantigen unteren Rand des Ölausdehnungsgefäßes in Luft noch hochkitzeln. Der Regenüberschlag war aber ohnedies ausreichend. Meine Durchführung verträgt, wie beschrieben, ebenfalls 300 kV sehr gut; solche Netze gibt es nicht. Trotzdem ist sie für ein 380/220 kV-Netz (mit geerdetem Nullpunkt) bestimmt.

Es hätte interessiert, wie von Herrn IMHOF bei der Länge seines aktiven Einlagekörpers die Schwierigkeiten infolge der normalen Papierbreite überwunden wurden, und ob das 380 kV-Modell der Micafil (4,1 m Oberteil, 2,25 m Unterteil, 900 kV Prüfspannung) die Anschaffung einer noch längeren Wickelmaschine bedingt. Das von mir beschriebene Zusammensetzen aus normalen Rohren halte ich auch hierzu für ausbaufähig. Neben der großen inneren Kühlfähigkeit ist an meiner Durchführung noch elektrisch „unbestreitbar zweckmäßig" (nach Herrn IMHOFs erster Brieffassung), daß mit dem überkommenen Vorurteil der Verwendung vieler Einlagen gebrochen wird, die im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen nicht zur Erreichung einer hohen Überschlagspannung nötig sind, sondern bei der sonst üblichen Herstellung notwendig folgen aus Eigenart und Verarbeitung des Werkstoffs Papier.

Das Öl wurde bei meiner früheren Firma, der Voigt & Haeffner AG., seit Jahren aus mehreren hundert ölgefüllten Durchführungen ohne Ausbau abgesaugt. Abschrauben des keramischen Unterteils nur zum Anhängen des Stromwandlers halte ich nicht für zweckmäßig, weil das Öl entleert werden und dann bei Micafil 24 ··· 48 h mit Luft von 110 ° getrocknet werden muß vor Neueinfüllung von Öl.

Frankfurt a. M., 19. IX. 1932. W. Hüter.

[1] Größer, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 3, S. 193 (1931).
[2] VDE-Fachberichte 1928, S. 67.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technik voran! Jahrbuch mit Kalender für die Jugend. 1933. Herausg. v. Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen e. V., Lehrmitteldienst, und Reichsbund deutscher Technik. Mit zahlr. Abb., 240 u. 5 S. in kl. 8°. Zu bez. dch. die Herausg., Berlin W 35, Potsdamer Str. 119 b. Preis geb. 0,90 RM.

Der vorliegende neue Jugendkalender hat trotz der Notzeit wieder manche Erweiterung und Bereicherung erfahren. Auf gutem Papier gedruckt, außerordentlich übersichtlich gestaltet, ist er mit lehrreichen und interessanten Aufsätzen aus der Feder berufener Fachleute auf das beste ausgestattet. Recht geschickt ist Belehrendes in die Form der Plauderei gekleidet und die netten Bilder und instruktiven Skizzen tun ein übriges zur Anregung und zum Verständnis. Einige Aufsätze würden gewinnen, wenn sie auf allzu umfangreiches Zahlenmaterial verzichteten; sie würden die behandelnde Materie dem Verständnis der Jugendlichen bei weniger trockener Darstellung näher bringen. So könnte z. B. der sonst recht interessante Aufsatz über „Die Deutsche Schiffahrt und den deutschen Schiffbau im letzten Jahrhundert" und der Aufsatz „Modellbau von Motorbooten" auf diese Weise vielleicht noch freundlicher gestaltet werden. Der wissenschaftliche Teil, das Tabellen- und Beispielmaterial, und die technischen Aufsätze sind durchweg gut. Anerkennende Beachtung verdient auch die kleine Beilage „Deutsche Grenzen und Deutschtum im Osten" mit der Karte.

In den früheren Jahrbüchern war mehrfach ein wenig Karopapier für Skizzen beigebunden. Die Beibehaltung dieser Maßnahme für die zukünftigen Ausgaben erscheint empfehlenswert. Elbel.

The theory and design of illuminating engineering equipment. Von L. B. W. Jolley, J. M. Waldram und G. H. Wilson. Mit 555 Abb., Tab., XXXI u. 709 S. in 4°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1930. Preis geb. 45/— s.

Die Verfasser haben es sich zur Aufgabe gestellt, die Grundlagen guter Beleuchtung zu entwickeln und praktische Winke für die Wahl der besten Ausrüstung zu geben. Vorausgeschickt werden zwei Kapitel über die physiologischen Grundlagen des Sehvorganges und über die Berechnung von Beleuchtungsanlagen. Im zweiten Teil werden die Lichtquellen eingehend besprochen. Im dritten Teil, der von den Beleuchtungsanlagen handelt, ist besonderer Wert auf die Gebiete gelegt worden, die bisher noch keine zusammenhängende Darstellung erfahren haben, wie z. B. Beleuchtung im Luftverkehr und Kinoaufnahmebeleuchtung. Auch in anderer Beziehung stellt das Buch eine wertvolle Ergänzung der vorhandenen Literatur dar durch Besprechung der praktischen Maßnahmen zum Aufbau und zum Betrieb der Anlagen (Teil IV). Die Ver-

Digitized by Google

fasser berücksichtigen in ihren Ausführungen weitgehend die Verhandlungen der Internationalen Beleuchtungskommission. Da diese Verhandlungen im allgemeinen sehr wenig zugänglich sind, bedeutet ihre Mitteilung die Ausfüllung einer fühlbaren Lücke. Der systematische Aufbau des Buches, unterstützt durch klare Inhaltstabellen, der übersichtliche Druck des Textes, das sorgfältig hergestellte Register, die sauberen Zeichnungen und Abbildungen machen das Buch für jeden Beleuchtungstechniker sehr wertvoll. F. Born.

Technische und physikalische Mechanik starrer Systeme zum Gebrauch f. Ing., Phys. u. Mathematiker. (Bd. 2, Teil 2, Lief. 2 des Handb. d. physikal. u. techn. Mechanik.) Herausg. v. Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. W. Hort unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgelehrten. Mit 266 Abb. i. Text, XIV u. 268 S. in gr. 8°. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1930. Preis geh. 37,50 RM.

Das „Handbuch", das sich zur Aufgabe gemacht hat, eine vollständige Darstellung des Gesamtgebietes der physikalischen und technischen Mechanik zu geben, hat sich rasch — und während des Erscheinens der einzelnen Lieferungen in zunehmendem Maße der Wertschätzung — einen festen Platz sowohl in den Kreisen der Wissenschaftler als auch der Praktiker erworben. Die vorliegende Lieferung enthält Einzelausführungen aus der Mechanik starrer Systeme im Anschluß an die vorhergehende, die die allgemeine Theorie enthält. Besonders hervorzuheben sind die Artikel von O. Martienssen „Kreiselbewegung" und „Technische Anwendungen des Kreisels", die eine anschauliche und leicht lesbare Einführung in das Gebiet und eine eingehende Beschreibung der Einzelausführungen enthält. Aus dieser geht allerdings hervor, daß die „instrumentelle" Seite einen hohen Grad der Vollkommenheit und einen gewissen Abschluß erreicht hat, wogegen die eigentlich „technischen" Anwendungen trotz ihres erheblichen theoretischen Interesses praktisch heute verhältnismäßig weniger Bedeutung haben. Daran schließen sich die Artikel von F. Auerbach „Mechanische Demonstrationen und theoretische Ergänzungen", der eine elementare Erörterung der Grundbegriffe der Mechanik und eine Übersicht über Schulversuche aus diesem Gebiete bringt, und „Pendel", der eine sehr vollständige Darstellung über die verschiedenen Formen, in denen das Pendel in der Physik und Technik verwendet wird, und der hierher gehörigen theoretischen Entwicklungen enthält. Nach der Aufgabenstellung und der Art der Darstellung noch stärker in das technische Gebiet fallend ist der Artikel von R. Beyer, „Graphische Behandlung der technischen Dynamik", der sich einerseits mit der Ermittlung des Bewegungszustandes, anderseits mit der Bestimmung der Auflager-, Führungs- und Gelenkkräfte während der Bewegung eines Getriebes befaßt, u. zw. vorwiegend unter Verwendung zeichnerischer Methoden. Hierher gehört auch die Schwungradberechnung, die auch historisch den Ausgangspunkt für diese Fragen gebildet hat. Dabei wird auch auf die räumliche Kinetostatik eingegangen und die Mayor-Misessche Abbildung verwendet, die sich als außerordentlich verwendbares und heute schon unentbehrliches Hilfsmittel nicht nur für die Statik, sondern auch für die Dynamik räumlicher Systeme erwiesen hat. Th. Pöschl.

Eingegangene Doktordissertationen.

Dietwalt Thierbach, Gleichzeitige Telegraphie und Telephonie auf Kurzwellenverbindungen. T. H. Danzig 1931. (Erschien gleichzeitig in der Telefunkenztg. 1932, Nr. 60 u. 61.)

Herbert Wick, Untersuchungen zur Theorie der Überspannung. T. H. Berlin 1932. (Sonderdr. aus der Z. physik. Chem. Abt. A. Bd. 162, S. 53 [1932], Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Für den Februar 1933 ergibt sich als Wert der Einfuhr ein Betrag von 2,490 Mill RM[2], d. s. nach der englischen Quelle 0,401 Mill RM weniger als im Vormonat. Die Abnahme betraf vorwiegend isoliertes Leitungsmaterial, Glühlampen und Schwachstromapparate. Verglichen mit dem Parallelmonat von 1932 hat der Import um 2,596 Mill RM eingebüßt, u. zw. bei isolierten Drähten und Kabeln um 0,698, bei nicht näher bezeichneten Waren um 0,751 und bei Maschinen um 0,516 Mill RM. Die beiden abgelaufenen Monate weisen gegen die gleiche Zeit des Vorjahres eine Schrumpfung der Einfuhr um 4,181 Mill RM auf. Die Ausfuhr stellte sich mit 10,154 Mill RM um 0,687 Mill RM niedriger als im Januar, wobei ein Minus von 1,267 Mill RM auf Schwachstromapparate entfiel, der Export von Maschinen aber um 0,944 Mill RM gewachsen ist, und blieb um rd. 1,860 Mill RM hinter der des Parallelmonats von 1932 zurück. Dieser Verlust war am größten bei isoliertem Leitungsmaterial (0,539 Mill RM) und nicht spezifizierten Maschinen (1,558 Mill RM). Der gesamte Maschinenexport hat sich gegenüber dem Februar 1932 um 1,429 Mill RM verringert. Im ganzen war die Ausfuhr im Januar/Februar um 1,643 Mill RM schwächer als in der entsprechenden Periode des Vorjahres.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1933	1932	1933	1932
	Februar			
Maschinen	0,211	0,727	3,216	4,646
Waren und Apparate .	2,279	4,359	6,938	7,368
	2,490	5,086	10,154	12,014

fm.

Aus der Geschäftswelt. — Die Siemens-Reiniger-Werke AG. hat ihren Sitz von Erlangen nach Berlin verlegt. Gegenstand des Unternehmens ist die Fortführung der von den Firmen Reiniger, Gebbert & Schall AG., Erlangen, Phoenix Röntgenröhrenfabriken AG., Rudolstadt, und Siemens-Reiniger-Veifa, Gesellschaft für medizinische Technik m. b. H., Berlin, betriebenen Fabrikations- und Handelsgeschäfte. Grundkapital: 10 Mill RM. — Die Überlandzentrale Mansfelder Seekreis AG., Amsdorf, ist dadurch aufgelöst, daß sie ihr gesamtes Vermögen als Ganzes unter Ausschluß der Liquidation auf die Elektrische Kleinbahn im Mansfelder Bergrevier AG., Halle, übertragen hat.

In das Handelsregister wurden eingetragen: „Elwa" Elektro-Autoheber G. m. b. H., Augsburg (20 000 RM): Ausnützung, Auswertung und Vertrieb des von Ingenieur W. Müller, München, zum Patent angemeldeten elektrischen Autohebers; Alexander-Batterie G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Anoden, Taschenlampenbatterien und verwandter Artikel; S. G. B. Spezialgeschäft für Beleuchtung G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb von Beleuchtungsartikeln und elektrischen Apparaten; Strom-Spar-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation und Vertrieb von Stromsparapparaten; Horny, Hensel & Co. m. b. H., Breslau (20 000 RM): Handel mit elektrotechnischen und verwandten Bedarfsartikeln; Elektrizitätswerk Triebsees, G. m. b. H., Triebsees (20 000 RM): Versorgung der Stadt mit elektrischem Strom und Ausübung damit verbundener Nebengewerbe; Wilhelm Carstens G. m. b. H., Harburg-Wilhelmsburg (150 000 RM): Herstellung und Vertrieb chemischer und elektrotechnischer Erzeugnisse, wie Isoliermaterialien usw.; Fernleitungs-G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Verlegung von Hoch- und Niederspannungsfreileitungen und Kabeln; „Omnia Pro Medici" Gesellschaft für medizinisch-technischen Bedarf m. b. H., Berlin (20 000 RM): Handel mit elektromedizinischen Apparaten; Elektrophysik G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Erwerb und Verwertung von Erfindungen, insbesondere von Patenten des elektrophysikalischen Gebiets; Astron Elektro Industrie G. m. b. H., Stuttgart (25 000 RM): Fabrikation und Großhandel elektrotechnischer Artikel und Metallwaren, die unter der Fabrikmarke „Astron" vertrieben werden; Accumulatorenfabrik Berga G. m. b. H., Rastatt (250 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Akkumulatoren und elektrischen Apparaten jeder Art, insbesondere der Fortbetrieb des zu Rastatt unter dem Kennwort „Berga Accumulatorenfabrik" bestehenden, bisher der Rheinelektra, Mannheim, gehörenden Fabrikgeschäfts. —

[1] Electr. Rev., Lond. Bd. 112, S. 390. Vgl. ETZ 1932, S. 472; 1933, S. 392.

[2] 1 RM = 0,07 £.

Abschluß des Heftes: 27. April 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Trag- oder fahrbare Relais-Prüfeinrichtungen.

Mitteilung der AEG.

Relais, Auslöser und andere Schutzapparate erfordern eine ständige Nachprüfung ihrer Betriebsbereitschaft, da sie im allgemeinen nur selten in Tätigkeit treten und deshalb einen auftretenden Fehler schwerer erkennen lassen als Geräte, die dauernd im Gebrauch sind. Die Prüfungen müssen fast immer an Ort und Stelle vorgenommen werden, weil in den meisten Fällen ein Ausbau der zu prüfenden Apparate aus Betriebs- oder Transportgründen nicht in Frage kommt. Für diesen Zweck liefert die AEG eine Reihe trag- oder fahrbarer Prüfeinrichtungen, die sowohl für sekundärseitige als auch für primärseitige Prüfungen ausgeführt werden[1]).

Abb. 1.
Tragbare Relaisprüfeinrichtung Modell RE 0,1.

Die handlichen Prüfgeräte nach den Abb. 1 u. 2 eignen sich je nach ihrer Leistung zur Prüfung von Zählern, Sicherungen, Selbstschaltern, Meßinstrumenten und Sekundärrelais, ferner zur Prüfung von Primärrelais (Auslösern) und vollständiger Schutzeinrichtungen (Sekundärrelais-Wandler) mit Strömen bis zu 3000 A. Sie bestehen in der Hauptsache aus einem Regel- und einem Hochstromtransformator. Die Reglung ist induktiv und erfolgt mit Hilfe zweier unterbrechungsfreier Stufenregler. Die Sekundärseite des Hochstromtransformators ist in verschiedene Spannungsstufen unterteilt, so daß gleichzeitig mehrere Spannungen zur Verfügung stehen. Als normale Spannungsstufen sind 4, 8, 40 und 250 V vorgesehen. Die Einrichtungen werden für Dauerleistungen von 0,01 bis 2 kVA ausgeführt.

In Abb. 3 wird eine tragbare Relaisprüfeinrichtung in zwei Gehäusen mit Phasenschieber gezeigt, mit der alle Relaistypen, besonders auch Leistungsrelais und widerstandsabhängige Relais geprüft werden können. Sie besteht aus Grund- und Zusatzeinrichtung. Die Grundeinrichtung wird zum Anschluß an ein Drehstromnetz ausgeführt und gliedert sich in einen Spannungs- und einen Stromkreis. Die Lage des Spannungsvektors kann durch einen eingebauten Phasenschieber, die Größe der Spannung durch induktive Regler feinstufig geregelt werden. Der Stromkreis umfaßt den Regeltransformator und drei induktive Regler, Grob-, Mittel- und Feinregler. Durch zwei Umschaltkontakte am Stromkreisschalter wird der Spannungsregulierkreis so gesteuert, daß es möglich ist, bei der Prüfung von Distanzrelais den Relais vor dem Einschalten des Prüfstromes die normale Betriebspannung und im Augenblick der Stromzuschaltung eine beliebige andere Spannung zuzuführen. Auf diese Weise können die bei Kurzschluß auftretenden Strom- und Spannungsverhältnisse am Relais weitgehend nachgeahmt werden.

Abb. 2.
Tragbare Relaisprüfeinrichtung Modell RE 0,8.

Die Zusatzeinrichtung enthält den Hochstromtransformator und einen Meßstromwandler. Der Hochstromtransformator ist sekundär in mehrere gleiche Spulengruppen unterteilt, die mit Hilfe von Laschen auf der Abdeckplatte des Gehäuses verschiedenartig zusammengeschaltet werden können, wodurch mehrere Spannungs- und Stromstufen entstehen. Die Prüfeinrichtungen in zwei Gehäusen werden ausgeführt für Dauerleistungen von 2 bis 7,5 kVA und für Ströme bis max. 6000 A.

[1]) s. a. AEG-Druckschrift Rs/V 1202.

Die in Abb. 4 gezeigte Kofferprüfeinrichtung ist eine Sonderausführung zur dreiphasigen Prüfung eines Distanzrelaissatzes auf der Sekundärseite der Wandler. Sie besteht aus drei regelbaren Widerständen, welche die Phasenimpedanzen der Leitungen ersetzen und ermöglicht die Nachbildung der im Betrieb vorkommenden Störungen, wie Kurz- und Doppelerdschlüsse. Die jeweiligen Stromstärken lassen sich durch Aenderung der Widerstände regeln. Die Relaisspannungen werden an den Widerständen in beliebiger Höhe zwischen Null und der Nennspannung abgegriffen. Sämtliche nach außen führenden Leitungen der Einrichtung endigen in einem unverwechselbaren Stecker, dessen zugehörige Steckdose auf der Relaistafel angebracht wird. Ein gleichfalls auf der Tafel befindlicher Umschalter schaltet den Relaissatz von der Betriebs- in die Prüfstellung, ohne daß eine Abschaltung der geschützten Leitung erforderlich ist oder Anschlußleitungen zu den Relais umzuklemmen sind. An Stelle des Umschalters können auch Prüfklemmen vorgesehen werden. In diesem Fall sind die Verbindungsleitungen mit Einzelsteckern ausgerüstet.

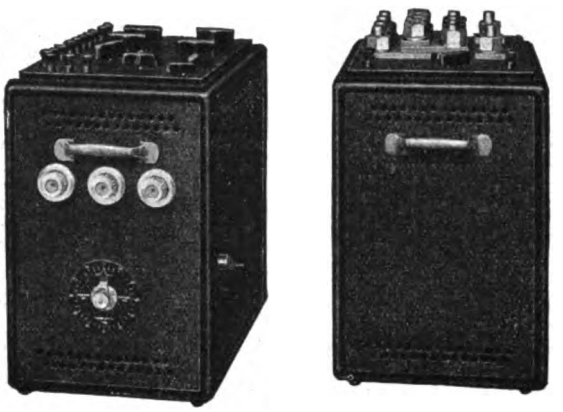


Abb. 3.
Tragbare Relaisprüfeinrichtung in zwei Gehäusen mit Phasenschieber, Modell REPG 2 und REZ 2.

An Zubehörgeräten sind Meßinstrumente, Meßwandler — soweit kein Meßwandler in die betreffende Prüfeinrichtung eingebaut ist — und ein Sekundenmesser erforderlich. Als Meßinstrumente eignen sich besonders die AEG-Instrumente der Form M, als Wandler der Vielfach-Präzisions-Stromwandler Form ML. Der AEG-Sekundenmesser enthält einen kleinen Synchronmotor, der zunächst anläuft und erst beim Beginn der Messung mit den Zeigern gekuppelt wird. Die Anlaufperiode des Motors wird demnach zur Messung nicht benutzt, wodurch eine höhere Meßgenauigkeit erzielt wird.

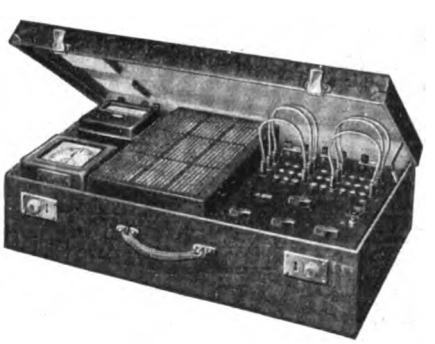


Abb. 4.
Relaisprüfeinrichtung zur Nachbildung von Netzstörungen Modell RED.

Digitized by Google

Dipl.-Ing.

24 J., Examen mit 1,5 (sehr gut best.), mit gründl. theor. Kenntn. in allen Gebieten der Elektrotechnik, sowie Wasserkraft- u. Wärmekraftmasch.- und -Anlagen, sucht Anfangsstellung i. Industrie od. Elektrizitätswerk oder auch als Werbeing.

Angeb. unter **E. 3311** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Spez.-Ing. f. Gleichrichter

mit allen Neuerungen vertraut, ges. von Berliner Fa. Off. u. **E. 3304** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Jüngerer Ingenieur

oder Techniker für altes Geschäft in Mittelstadt Ostwestfalens für bald gesucht zur Akquisition v. Anlagen, Aufstellung v. Kostenanschlägen für Private, Behörden, Klein-Industrie u. Landwirtschaft, m. guten theoretischen u. praktischen Kenntnissen in der Installationsbranche. Vor allem aber: tüchtiger, arbeitsfreudiger Akquisiteur i. angenehme Stellung. Angebote mit Zeugnisabschriften u. Gehaltsansprüchen erbeten. Abgelehntes wird in 8 Tagen frei zurückgesandt. Angebote unt. **E. 3313** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Wir bitten bei Einkäufen u. Bestellungen auf die

E T Z

Bezug zu nehmen!

Erstklassiger Tonfilm-Spezialist

[redacted] sucht Position zum vollen Einsatz seiner reichen theoret. Kenntnisse und prakt. Erfahrung auf d. Geb. der Tonaufnahme. Zuschriften unter **E. 3319** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Wir suchen für unser Kabelwerk Ketschendorf bei Fürstenwalde (Spree) einen tüchtigen

Kabelfachmann

als Betriebsleiter, der das gesamte einschlägige Gebiet praktisch und theoretisch beherrscht. Es handelt sich um eine entwicklungsfähige Stellung. Handschriftliche Offerten mit Aufzeichnung eines Lebenslaufes und Angabe von Referenzen, Gehaltsansprüchen sind zu richten an [3316]

Direktion der
Deutsche Kabelwerke AG
Berlin O 112, Boxhagener Str. 80.

Gesucht

wird für eine südd. Fabrik f. Feinmechanik u. Metallwaren ein tüchtig. Spezialist f. Schwachstromtechnik mit reichen techn. Kenntnissen für Kleinmotorenbau, auch mit schöpferischer und erfinder. Begabung auf d. Radiogebiet. Ferner ist konstruktive Praxis erforderlich. Nur tüchtige Fach-Ingenieure m. gründlicher Vorbildung wollen unter Vorlage von Zeugnisabschriften Bewerbung einreichen unter **E. 3321** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

RADIO!

Führende Radiofabrik in Berlin stellt noch einige Ingenieure für das Entwicklungslaboratorium ein. — Herren mit Hochschulbildung u. mehrjähriger praktischer Erfahrung wollen sich ausführlich bewerben. — Angebote unter **E. 3320** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zählertafel-Ingenieur

für Blech- und Isolierstoff-Tafeln für Konstruktion und Offertwesen zum sofortigen Eintritt gesucht. Ausführliche Offerten an

ARONWERKE
Elektrizitäts Aktiengesellschaft, Charlottenburg 4
[3315]

In süddeutscher Großstadt alteingeführte

Elektrogroßhandlung

mit treuem Kundenkreis wegen Überlastung des bisherigen Inhabers an tüchtigen Fachmann **zu verkaufen.** Ausreichende Räumlichkeiten in eigenem Anwesen des bisherigen Besitzers vorhanden, ebenso geschultes Außen- und Innenpersonal. Günstige Gelegenheit zu einer Existenz für ein — zwei tüchtige Kaufleute. Angebote mit Angabe des verfügbaren Kapitals unter **E. 3317** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Für neuzeitl. einzuricht.

Lackschlauch- u. Oelleinen-Herstellung

tüchtiger, erfahrener

Fachmann

ferner techn. gebildeter

Kaufmann

z. Ausbau vorhandener

Glimmerabteilung

gesucht. Angeb. m. Befähigungsnachweis, Alter, Zeugnisabschr. u. Geh.-Anspr. u. **E. 3310** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Generalvertretung

für Elektromotoren u. Anlaßapparate f. d. Provinz Westfalen übernimmt [3314]

Obering. J. Marbaise,
Dortmund, Hamburger Str. 46.

D. R. P. 481 639: betr. „Elektromagnetischer Ueberstromschalter." Verkauf, Lizenz durch **Pat.-Anw. Dipl.-Ing. Arthur Kuhn, Berlin, Gitschiner Straße 106 a.** [3312]

Zu kaufen gesucht:

Drehstromgenerator

4500—5000 kVA, 5250 Volt, 3000 Umdrehungen in der Minute sowie Kondensationsanlage für ca. 15 000 kg Stundendampf. Angebote mit Angabe der Lieferfirma, des Baujahres, des Zustandes und des Preises erbeten unter **E. 3318** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Eine Fülle von Angeboten

sollen Stellenanzeigen bringen, denn nur, wenn reichlich Material eingeht, ist die notwendige Auswahl möglich. Darum gehören Ausschreibungen und Gesuche aus der Elektrofachindustrie nur in die ETZ; hier ist ihnen der größtmögliche Erfolg gesichert

STABILISATOR

mit Gleichrichter-Gerät oder Maschine gibt eine Spannungskonstanz:

±0,1% bei ±10% Netzschwankungen,
1—2% zwischen Leerlauf und Vollast,
0,02% bei unbelasteten Teilspannungen.

Trägheitslose Regelung durch Glimmentladung.
Eigenverbrauch: einige Milliampère.
Vollkommener Ersatz für Batterien.

Beschreibungen nach Stand der Technik kostenlos.

STABILOVOLT G.m.b.H., Berlin-Tempelhof, Lorenzweg 1
Tel. G 5 Südring 7630

Spezial-Federn
aus
Beryllium-Bronze-
Legierungen.

Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.
Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld.

Scheinwerfer

und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate

Emil Niethammer Stuttgart
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 11. Mai 1933** **Heft 19**

Die Frühjahrsausstellung im Hause der Elektrotechnik.

Von **E. Orlich**, Berlin.

Die Leipziger Frühjahrsmesse fiel in die Tage hinein, in denen um die Zukunft Deutschlands auf politischem Gebiete gerungen wurde. Nimmt man dazu, daß zwar an vielen Stellen Anzeichen von einer Besserung der Wirtschaftslage entdeckt werden, aber, wenn man ehrlich sein will, noch nirgend ein wirklich fühlbarer Aufschwung eingesetzt hat, so wird man zugeben müssen, daß die diesjährige Messe unter ganz besonders schwierigen und ungünstigen Bedingungen abgehalten worden ist. Demgegenüber muß man der Messeleitung dafür Dank wissen, daß sie sich nicht hat irre machen lassen, und der Erfolg, der auf alle Fälle wesentlich größer war, als man erwarten konnte, hat ihr Recht gegeben und gezeigt, daß die Messe aus dem Wirtschaftsleben Deutschlands und — der Welt nicht weggedacht werden kann. Der Erfolg der Messe pflegt in der Regel sich erst einige Monate nachher zu offenbaren; man hat allen Grund zu hoffen, daß die Zähigkeit des Durchhaltens der Messeverwaltung durch schwierige Zeiten und der feste Boden, auf den die Wirtschaft treten kann, nachdem die politischen Entscheidungen gefallen sind, zusammenwirken werden, um auch der elektrotechnischen Industrie zum Wohle des Vaterlandes vorwärts zu helfen.

Das letzte Jahr hat keine überraschenden, grundlegenden Neuerungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik gebracht; auch auf dem Gebiet, auf dem heutzutage in Fabrik- und Hochschullaboratorien wohl am intensivsten gearbeitet wird, der „Hochvakuum-Elektrotechnik", sind zwar sehr viele interessante und wichtige Einzelheiten, aber keine entscheidenden Neuerungen zu verzeichnen. Im übrigen ist man aber überall mit der vorzeitigen Veröffentlichung von Ergebnissen gerade auf diesem Gebiete vorsichtig. Bis zu richtigen „Messeartikeln" sind derartige Apparate noch nicht vorgedrungen.

Auf der Ausstellung waren, wie die SSW es ausdrücklich hervorheben, weniger große auf Repräsentation berechnete Gegenstände, sondern mehr kleinere Massenartikel, ausgesprochene Messewaren, zu sehen. Aber auch auf diesen Gebieten ist eine oft sehr mühsame, fleißige Kleinarbeit zu bemerken gewesen, die im einzelnen vielleicht manchmal geringfügig erscheint, im ganzen aber doch wichtig ist und die Elektrotechnik vorwärts gebracht hat.

In den vorhergehenden Heften der ETZ, besonders im sog. „Messeheft" (H. 9) ist über viele Einzelheiten, die auf der Ausstellung zu sehen waren, berichtet worden. In diesem Aufsatz wird daher, ohne noch einmal auf alle diese Einzelheiten einzugehen, mehr summarisch berichtet werden.

Maschinen und Antriebe. — Einen richtigen Massenartikel bilden die kleinen und kleinsten Motoren. Entsprechend ihrer Anwendung im Haushalt, Ladenbetrieb, Büro und in der Landwirtschaft sind sie für einphasigen Wechselstrom gebaut. Zum Anlauf werden entweder Kondensatoren in die eine Ständerwicklung geschaltet, die später selbsttätig abgeschaltet werden, oder bei kleineren Typen genügt oft schon ein kurzer Zug von Hand am Antriebsriemen oder ein kurzer Stoß mit der Hand, um den Motor in Gang zu setzen. Weiter ist man mit bestem Erfolg bemüht gewesen, der Forderung nach einem geräuscharmen Lauf gerecht zu werden.

Beachtenswerte Kleinmaschinensätze zur Stromerzeugung für einzelstehende Gehöfte, Reserve für lebenswichtige Betriebe, für Zwecke der Reichsbahn (Notbeleuchtung usw.) waren in mehrfacher Ausführung zu sehen. Das Sachsenwerk zeigte benzin- oder dieselelektrische Sätze, bei denen der Generator direkt an die Antriebsmaschinen angeflanscht ist; die Turbinamo der AEG besteht aus einer kleinen Wasserturbine, die einen Konstantspannungs-Generator nach Petersen antreibt.

Gleichrichter. — Die interessanteste Neuerung, die in diesem Jahre zum ersten Male in größerem Umfange auf der Messe gezeigt wird, ist der gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter. Die führenden Firmen auf diesem Gebiet, AEG, BBC und SSW, haben ihre Erzeugnisse gezeigt und an instruktiven Beispielen, die an sich aus der Literatur hinreichend bekannt sind (z. B. stufenlose Regelung von Spannungslosigkeit bis zur Endspannung), praktisch vorgeführt. Glasgefäße für Leistungen bis 500 V, 500 A waren im Betriebe zu sehen.

Die Deutschen Telephonwerke und Kabelindustrie AG., die die bekannten Argonalgleichrichter bauen, zeigten einen interessanten Hochspannungs-Gleichrichter für 1 kV Gleichspannung, der insofern von der üblichen Form abweicht, als nur ein Anodenarm vorhanden ist, der an kurzen V-förmig angesetzten Verlängerungstücken am oberen Ende die einzelnen Anoden trägt.

Für kleinere Leistungen sind die Kupferoxydul-Trockengleichrichter der SSW weiter vervollkommnet worden. Sie sind besonders zur Ladung kleinerer Akkumulatorenbatterien ausgebaut worden; die wirtschaftliche Leistungsgrenze beträgt bei 60 V mehrere kW, bei höheren Spannungen bis zu 1000 V etwa 0,5 kW.

Installations- und Schaltgeräte. — Installationsmaterial ist von jeher der Hauptmassenartikel, der auf der Messe erscheint. Man kann feststellen, daß die Grundsätze, die durch die Verbandsvorschriften festgelegt sind, sich überall durchgesetzt haben, und daß man namentlich dank der großen Fortschritte, die man in der Herstellung von Isolierstoffen erzielt hat, über ein Installationsmaterial von großer Sicherheit verfügt. Grundsätzlich Neues ist nicht hinzugekommen; erwähnenswert ist, daß man jetzt auch der Schwierigkeiten, die bei den Schaltern für Koch- und Heizgeräte wegen der hohen Temperaturen und hohen Beanspruchung auftreten, Herr geworden zu sein scheint. Interessant ist, daß man für manche Zwecke, wie Handleuchten, wieder zu weichen Materialien übergegangen ist (SSW).

Bei den Schaltern für mittlere und größere Leistungen hat man sich in neuerer Zeit wieder dem genaueren Studium der Kontakte zugewandt und den Kontakten verschiedenartige Formen gegeben (Kugelkontakte, Lamellenkontakte, Wälzkontakte usw.); aber eine endgültige Klärung über die beste Kontaktform scheint noch nicht erfolgt zu sein. Zu den bekannten Mitteln bei Schalterkonstruktionen (wie Fernbetätigung, Verwendung von Bimetallstreifen, Druckluftantrieb usw.) ist nichts Neues hinzugekommen, aber die Art und Zusammenstellung des konstruktiven Aufbaues je nach Art der Verwendung der Schalter bietet ein sehr buntes Bild. Ein neues Moment der Selbstbetätigung der Schalter, das mehr und mehr Eingang findet, ist die Verwendung von Lichtrelais, ein Beweis dafür, daß die Zuverlässigkeit der Lichtrelais durch die Arbeiten der letzten Jahre sehr stark zugenommen hat.

Hochspannungsgerät. — Die Arbeiten auf dem Gebiete der öllosen Schalter sind rüstig vorwärtsgegangen. Namentlich die Großfirmen zeigten eine große Zahl der verschiedensten Formen als Expansionsschalter, Druckgasschalter und Wasserschalter, für Innenräume und Freiluft, die mehr oder weniger abgeschlossene Konstruktionen darstellen und bereits reihenmäßig hergestellt

Digitized by Google

werden. Ausgestellt waren Schalter der Reihe 10 für Ströme bis 600 A. Apparaturen für Überspannungschutz im allgemeinen und für Gewitter-Überspannungschutz im besonderen waren nur vereinzelt zu sehen. Was davon auf der Messe zu sehen war, entsprach wohl kaum der großen erfolgreichen Arbeit, die in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Gewitterforschung geleistet worden ist.

Die langen mühsamen Arbeiten zur Herstellung betriebsicherer und preiswerter Hochspannungskondensatoren scheinen jetzt zu einem gewissen Abschluß gekommen zu sein; für sehr große Spannungen und nennenswerte Scheinleistungen scheinen sich am besten Ölkondensatoren bewährt zu haben. Die SSW hatten eine interessante Sammlung von Hochspannungskondensatoren ausgestellt.

Großes Interesse für Hochspannungsingenieure bot die Ausstellung von Wilh. Hofmann, Kötzschenbroda-Dresden, mit seinen Armaturen und seinem Verbindungsmaterial. Dabei sei besonders auf das Material hingewiesen, das die schädlichen Einflüsse der Seilschwingungen mildern oder beseitigen soll.

Die mühsamen Arbeiten der letzten Jahre haben dazu geführt, daß auf dem Gebiet der Isolierstoffe ungewöhnlich große Fortschritte gemacht worden sind. Dies kommt auf der Messe erstens dadurch zum Ausdruck, daß die Isolierstoffe herstellenden Firmen ihre Erzeugnisse an sich ausstellen, zweitens in noch viel stärkerem Maße dadurch, daß man auf fast allen Gebieten des Instrumenten- und Apparatebaues diesen Isolierstoffen in der praktischen Anwendung wieder begegnet. Die schon vor Jahren erhobene Forderung, daß man alle Apparate, Schalter, Meßinstrumente einschl. Zähler mit Gehäusen und Kappen aus zuverlässigem Isoliermaterial herstellen müsse, hat sich, nachdem die herstellende Industrie es technisch leisten kann, rasch durchgesetzt. Fast auf jedem Stand der Messe hat man Gelegenheit, dies gerade bei Massenartikeln zu beobachten. Auf dem Gebiet der hochwertigen keramischen Sondermassen wurden zwei neue Stoffe, Calit und Calan[1], von der Hescho-Gesellschaft gezeigt, die einen nennenswerten Fortschritt auf diesem Gebiet darstellen.

Haushaltgeräte. — Nachdem von vielen Elektrizitätswerken tragbare Tarife für elektrobeheizte Geräte eingeführt sind, bilden die Koch- und Heizgeräte für Haushalte einen der wichtigsten und verbreitetsten Massenartikel auf der Messe. Dabei zeigt sich, daß die Konstruktionen schon seit langer Zeit, geregelt durch die Verbandsvorschriften, so durchgearbeitet worden sind, daß sich bereits gewisse typische Formen herausgebildet haben; unter den Kochgeräten sind drei Gruppen, die Einzelkochplatten, die Tischherde und Vollherde mit Bratröhren zu unterscheiden, die bei aller Verschiedenheit in Einzelheiten einander sehr ähnlich geworden sind. Die Warmwasserspeicher erscheinen in der Form der Überlauf- und Entleerungspeicher. Bei letzteren bildet die selbsttätige Füllarmatur der SSW einen Fortschritt; sie übernimmt das Füllen des Speichers vor der Wiederaufheizung in Abhängigkeit von der Sperruhr.

Auch auf dem Gebiete der Waschmaschinen für Haushalte waren mehrere Neuerungen zu sehen; man sucht die einzelnen Waschvorgänge in ein und demselben Gefäß zu erledigen, das entweder elektrisch oder auf irgendeine andere Weise beheizt werden kann, und trennt davon das Trocknen in besonderen Wäscheschleudern (SSW und BBC).

Auf dem Gebiete der Kühlschränke für Haushaltungen war grundsätzlich Neues nicht zu bemerken; aber man ist offensichtlich bemüht, den Schränken eine solche Form und Größe zu geben, daß die Anlagekosten einigermaßen erschwinglich werden und die Betriebskosten auf ein Minimum heruntergedrückt werden.

Einen scheinbar nebensächlichen und doch für einen sicheren Betrieb sehr wichtigen Apparat bilden die Geräteanschlußschnüre, für die im VDE sorgfältig ausgearbeitete Normen herausgegeben sind. Es waren auf der Messe mehrere solche Konstruktionen nach diesen Normen zu bemerken.

Zum Schluß sei auf zwei ganz besonders hübsche Einzelkonstruktionen für den Haushalt hingewiesen, die auf der Messe viel Aufsehen erregten, 1. die Rasiermaschine von Siemens, die inzwischen so bekannt geworden sein dürfte[2], daß man darüber kein Wort mehr zu verlieren braucht, und 2. die Bandventilatoren der AEG, bei denen die Ventilatorflügel durch weiche Bänder ersetzt sind[3], bei denen die häßlichen Verletzungen, die bei Metallflügeln vorkommen können, ausgeschlossen sind.

Industrielle Heiztechnik. — Die Schweißtechnik hat ihren Siegeszug durch die gesamte Technik angetreten. Das kommt im Hause der Elektrotechnik durch die wachsende Zahl von Apparaten zum Ausdruck, die mit der elektrischen Schweißtechnik zusammenhängen. Auf der diesjährigen Messe waren u. a. verschiedene Konstruktionen für kleinere Schweißmaschinen zu sehen, bei denen man sich bemüht hatte, sie möglichst leicht für den Transport zu machen.

Meßtechnik. — Eine große Menge guter handlicher Meßgeräte mit Isoliergehäusen war auf allen Ständen der betreffenden Firmen zu sehen. Der Fortschritt, der auf diesem Gebiete durch das Vorgehen der Großfirmen erreicht worden ist, ist unverkennbar. Aber auch eine große Menge von Sonderkonstruktionen war gerade auf diesem Gebiete zu bemerken. In erster Linie ist die ausgezeichnete Sammlung von neuzeitlichen Meßgeräten für die Fernmeldetechnik, die von den Großfirmen gebracht worden sind, rühmend hervorzuheben, ferner die Schallmeßgeräte, mit denen man jetzt endlich so weit gekommen ist, raumakustische Fragen objektiv und zahlenmäßig zu behandeln, und die verschiedenen auf den Fortschritten der Photozellen beruhenden Lichtzeigergeräte (z. B. Reflexionsmesser). Neue gute Konstruktionen für die in der heutigen Meßtechnik so wichtigen Vibrationsgalvanometer hat Koch & Sterzel herausgebracht, ein sehr handlicher Elektronenstrahl-Oszillograph wird von der AEG in den Handel gebracht, von derselben Firma ein Eisenblech-Prüfgerät, das sich auch gut für die Untersuchung der neueren Materialien eignet. Ein sehr wichtiges und schwieriges Gebiet, an dem in den letzten Jahren stark gearbeitet worden ist, bilden die verschiedenen Fernmeßverfahren; die AEG hatte eine Reihe ihrer interessanten Apparaturen auf diesem Gebiete vorgeführt.

Unter den wärmetechnischen Meßgeräten, die seit einigen Jahren von mehreren Firmen gebaut werden, dürfte der Wärmemengenzähler von Siemens & Halske besonderes Interesse beanspruchen; es werden der Temperaturunterschied zwischen Zu- und Ablauf sowie die Menge des fließenden Wassers je Zeiteinheit gemessen und beide Meßergebnisse werden in dem Apparat selbsttätig multipliziert, ein für die zentrale Wärmeversorgung besonders wichtiger Apparat.

Die Zählertechnik zeigte wie alljährlich die große bunte Mannigfaltigkeit ihrer Formen, zu der sie leider noch immer von seiten der Werke gezwungen wird; von einer stärkeren Zusammenfassung auf diesem Gebiete scheint man noch recht weit entfernt zu sein. Viele interessante neue Einzelheiten wurden gezeigt; grundsätzlich Neues war nicht zu bemerken.

Fernmeldetechnik. — Die Firma Siemens & Halske hatte in diesem Jahre die Ausstellung auf dem Gebiete der Fernmeldetechnik besonders reich beschickt. Es waren die verschiedenen Ausführungsformen ihres „Neha"-Systemes zu sehen, das sich dadurch auszeichnet, daß die selbsttätigen Vermittlungseinrichtungen für den Neben- und Hausstellenverkehr in einer Zentrale vereinigt sind, ein Muster für den zweckmäßigen und gedrängten Aufbau derartiger Anlagen.

Vielfacher Anwendung fähig ist der von S & H herausgebrachte optische Raumschutz, der mit ultraroten Strahlen arbeitet.

Unter den Einrichtungen für den Funkverkehr im Luft- und Schiffahrtsdienst erregte besonderes Interesse die „Gronau-Funkstation" der C. Lorenz AG., die bei der Durchführung des berühmten Fluges von Gronau eine wichtige Rolle gespielt hat.

Rundfunkgerät war nicht von allen hierfür in Betracht kommenden Firmen gezeigt. Gegenüber der Berliner Rundfunkausstellung waren kaum Neuerungen zu bemerken.

Beleuchtungstechnik und Strahlung. — Osram hat als Glanzstück seiner Ausstellung eine 50 kW-Lampe ausgestellt. Autofahrer werden die Sammlung der verschiedenen Lampen für den Kraftwagen mit Interesse betrachtet haben, im besonderen die neue entwickelte Natrium-Dampflampe, die sich zur Beleuchtung von Autostraßen eignet.

Körting & Matthiesen zeigen eine Hochspannungs-Effektlichtbogenlampe mit sonnenähnlichem Spektrum und starker therapeutischer Wirkung, die AEG eine neue, sehr intensive Quarzlampe zu Bestrahlungszwecken.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 422.
[2] ETZ 1933, S. 196 u. 219.
[3] ETZ 1933, S. 217.

Digitized by Google

Falschmessungen in Drehstromanlagen bei ungleicher Belastung beliebiger Art.

Von Rupert Gröber, Augsburg.

Übersicht. Ungleichseitige Belastung kommt bei Drehstromnetzen im allgemeinen nur in Niederspannungsanlagen in Betracht. Es wird zuerst die Verteilung der Gesamtanzeige einer Drehstrom-Meßeinrichtung auf die beiden Meßsysteme bei Richtigschaltung geprüft und sodann an Hand häufig vorkommender Falschschaltungen in Niederpannungsanlagen die Falschanzeige und der Korrektionsfaktor für charakteristische Belastungsfälle bestimmt. Zum Schluß wird eine graphische Methode zur Bestimmung des Drehstrom-Wirkfaktors der Gesamtanlage bei schiefer Last sowie für die Richtig- und Falschanzeige von Drehstromzählern angegeben.

Bei Berechnung der Anzeige falsch geschalteter Drehstromzähler ging man in diesbezüglichen Veröffentlichungen[1] meist von folgenden Voraussetzungen aus:

1. Gleiche Spannungen zwischen den Außenleitern,
2. gleiche Teil- bzw. Linienströme,
3. gleicher Leistungsfaktor in allen drei Verbrauchszweigen.

Wenn schließlich die Voraussetzung gleicher Leiterspannung im allgemeinen stets gemacht werden kann, so treffen Punkt 2 und 3 praktisch nur bei Hochspannungsanlagen zu. Bei Niederspannungsanschlüssen, insbesondere bei Lichtanlagen sowie bei gemischten Licht- und Kraftanschlüssen kann unter Umständen eine sehr ungleiche Belastung auftreten. Die bekannten Korrektionsfaktoren für gleichseitige Last haben dann keine Gültigkeit mehr, da sie nunmehr von der Art und Größe der einzelnen Zweigbelastungen abhängen. Dasselbe trifft auch für die Teilanzeigen einer Aron-Meßschaltung zu. Für die Untersuchung dieser Meßschaltung ist es nun gleichgültig, ob man die Angaben von Zählern oder Leistungsmessern zugrunde legt. Im folgenden sei die Bezeichnung A (z. B. A_R, A_T, A_w, A_f) für die Anzeige eine den Drehmomenten der Meßinstrumente proportionale Größe, so daß sie also je nach Bedarf eine Leistungs- oder eine dieser proportionale Arbeitsgröße darstellen kann.

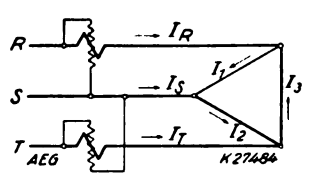


Abb. 1. Aron-Meßschaltung.

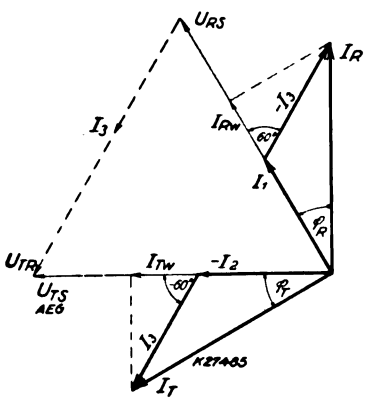


Abb. 2. Diagramm der Aron-Schaltung für gleichseitig ohmsche Last.

A. Anzeige der Meßsysteme bei Richtigschaltung.

In Abb. 1 ist die normale Zweisystemschaltung für Leistungs- oder Verbrauchsmessung in einer Drehstrom-Dreileiteranlage dargestellt. Die Belastung ist im Dreieck geschaltet[2]. Die bekannte Leistungsformel nach Aron und Behn-Eschenburg sei in dem hier notwendigen Zusammenhang in etwas anderer Form entwickelt.

Die zugeführte Drehstromleistung ist gleich der Summe der Leistungen in den einzelnen Zweigen, ihr Augenblickswert also

$$n = u_{RS}\, i_1 + u_{ST}\, i_2 + u_{TR}\, i_3. \qquad (1)$$

Will man nur solche Spannungen in der Gleichung, die auch in der Aronschen Energiegleichung vorkommen, so ist zu setzen (s. a. Abb. 1 u. 2): $u_{ST} = -u_{TS}$, $u_{TR} = u_{TS} - u_{RS}$; durch Einsetzen wird:

$$n = u_{RS}(i_1 - i_2) + u_{TS}(i_3 - i_2). \qquad (2)$$

Führt man in diese Gleichung die Effektivwerte ein, so ergibt sich die Drehstromleistung unter Berücksichtigung der aus dem Diagramm Abb. 4 zu entnehmenden Phasenverschiebungen und unter Voraussetzung eines gleichseitigen Spannungsdreiecks zu

$$N = U_{RS}[I_1 \cos\varphi_1 + I_3 \cos(\varphi_3 + 60°)] + U_{TS}[I_3 \cos(\varphi_3 - 60°) + I_2 \cos\varphi_2)], \qquad (2a)$$

φ_1 Winkel zwischen U_{RS} und I_1
φ_2 „ „ U_{ST} „ I_2
φ_3 „ „ U_{TR} „ I_3.

Der erste Summand wird von Meßsystem R, der zweite von Meßsystem T angezeigt. Nach Einführung der Linienströme in Phase R bzw. T lautet Gl. (2)

$$n = u_{RS}\, i_R + u_{TS}\, i_T \qquad (3)$$

oder in Effektivwerten:

$$N = U_{RS}(I_R \cos\varphi_R) + U_{TS}(I_T \cos\varphi_T), \qquad (3a)$$

φ_R Winkel zwischen U_{RS} und I_R
φ_T „ „ U_{TS} „ I_T.

Eine Gegenüberstellung von Gl. (2a) und (3a) ergibt, daß die Klammerwerte der Gleichungen die Linienwirkströme I_{Rw} und I_{Tw}, bezogen auf die jeweiligen Meßspannungen, darstellen. Die Anzeigen A_R bzw. A_T der Meßsysteme in Phase R bzw. T sind also:

$$\left.\begin{aligned} A_R &= U_{RS}\, I_{Rw} = U_{RS}\, I_R \cos\varphi_R \\ &= U_{RS}[I_1 \cos\varphi_1 + I_3 \cos(\varphi_3 + 60°)] \\ A_T &= U_{TS}\, I_{Tw} = U_{TS}\, I_T \cos\varphi_T \\ &= U_{TS}[I_2 \cos\varphi_2 + I_3 \cos(\varphi_3 - 60°)] \end{aligned}\right\}. \qquad (4)$$

Da gemäß Voraussetzung

$$U_{RS} = U_{ST} = U_{TR} = U,$$

so wird die Gesamtanzeige der Aron-Meßschaltung:

$$A_w = A_R + A_T = U(I_{Rw} + I_{Tw}) = U(I_R \cos\varphi_R + I_T \cos\varphi_T) = U(I_1 \cos\varphi_1 + I_2 \cos\varphi_2 + I_3 \cos\varphi_3). \qquad (5)$$

Im folgenden sei die Zusammensetzung dieser „Meßwirkströme" I_{Rw} und I_{Tw} aus den Teilströmen I_1, I_2, I_3 mittels Gl. (4) bzw. (5) für in der Praxis häufig vorkommende Fälle erörtert, da von ihnen der Korrektionsfaktor k eines falsch geschalteten Zählers abhängt.

Als Voraussetzungen mögen stets ein gleichseitiges Spannungsdreieck und sinusförmiger Spannungsverlauf gelten.

1. Schiefe ohmsche Last.

Die Teilströme sind mit ihren Spannungen in Phase und es wird die Anzeige von [s. a. Abb. 3 und Gl. (4) u. (5)]:

$$A_R = U_{RS}\, I_{Rw} = U\left(I_1 + \frac{1}{2} I_3\right),$$

$$A_T = U_{TS}\, I_{Tw} = U\left(I_2 + \frac{1}{2} I_3\right),$$

$$A_w = A_R + A_T = U(I_1 + I_2 + I_3).$$

Die Leistung des Stromes I_3 wird von beiden Meßsystemen hälftig angezeigt. Die Ungleichheit der Teilanzeigen rührt nur von der Verschiedenheit der Teilströme I_1 und I_2 her. Als Grenzfall ist einseitige oder zweiseitige Last zu bezeichnen, wenn also ein oder zwei Teilströme Null werden. Die Verschiebung zwischen Meßspannung und Meßstrom kann Werte von $0° \cdots 60°$ annehmen, welche lediglich vom Teilstrom I_3 herrühren.

[1] Z. Beisp.: D. Freyer, ETZ 1923, S. 97, 125 u. 748. — H. Ziemendorff, ETZ 1924, S. 952 u. 1292.

[2] Sternschaltung ohne Nulleiter wird bei schiefer Last wegen Verzerrung der Nullpunktspannungen im allgemeinen nicht angewandt, kann also für die weiteren Betrachtungen ausscheiden.

Digitized by Google

2. Schiefe induktive Last mit verschiedenen Leistungsfaktoren.

Dies ist wohl ein extremer Fall (Abb. 4), welcher praktisch in dieser allgemeinen Form selten auftritt. Für die Systemanzeigen sind die Gl. (4) maßgebend.

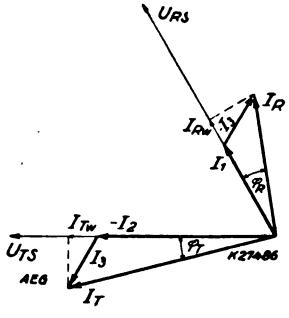


Abb. 3. Diagramm der Aron-Schaltung für schiefe ohmsche Last.

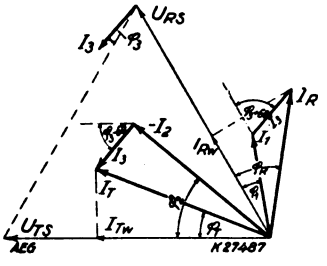


Abb. 4. Diagramm der Aron-Schaltung für schiefe induktive Last.

Die Teilströme I_1, I_2, I_3 können sich natürlich wieder aus mehreren Einzelteilströmen zusammensetzen, deren Phasenverschiebungen gegenüber ihren Erzeugerspannungen verschieden sind. Häufig wird in der Praxis gemischte (ohmsche und induktive) Belastung auftreten, welche in Abschnitt 3 und 4 noch näher behandelt wird.

3. Schiefe ohmsche mit einseitig induktiver Last.

Dieser Fall gemischter Last (Abb. 5) kommt in Anlagen vor, bei denen Glühlampen, Heizkörper sowie kleine einphasige Motoren an dem gleichen Zähler hängen. Im folgenden ist angenommen, daß diese Motoren alle an der gleichen Phase (RS) liegen. Bezeichnet I_{1m} die induktive Last in Phase RS, φ_m deren Verschiebung, I_{1r}, I_{2r}, I_{3r} die ohmschen Belastungen, dann sind die Systemanzeigen:

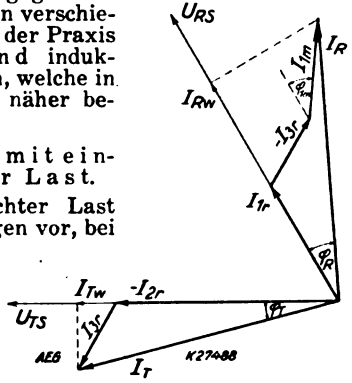


Abb. 5. Diagramm der Aron-Schaltung für schiefe ohmsche mit einseitig induktiver Last.

$$A_R = U_{RS} I_{Rw} = U \left(I_{1r} + \frac{1}{2} I_{3r} + I_{1m} \cos \varphi_m \right)$$

$$A_T = U_{TR} I_{Tw} = U \left(I_{2r} + \frac{1}{2} I_{3r} \right)$$

$$A_w = A_R + A_T = U (I_{1r} + I_{2r} + I_{3r} + I_{1m} \cos \varphi_m).$$

4. Schiefe ohmsche mit gleichseitig induktiver Last.

Auch diese Art der Belastung (Abb. 6 und 7) tritt ein, wenn für Licht und Kraft ein gemeinsamer Zähler vorhanden ist, wobei aber der Kraftanschluß nur aus Drehstrommotoren besteht. Bezeichnet nun weiterhin I_{Lm} den Linienstrom der gleichseitig induktiven Last, so wird

$$A_R = U_{RS} I_{Rw} = U \left[I_{1r} + \frac{1}{2} I_{3r} + I_{Lm} \cos (\varphi_m + 30°) \right]$$

$$A_T = U_{TS} I_{Tw} = U \left[I_{2r} + \frac{1}{2} I_{3r} + I_{Lm} \cos (\varphi_m - 30°) \right]$$

$$A_w = A_R + A_T = U [I_{1r} + I_{2r} + I_{3r} + \sqrt{3} I_{Lm} \cos \varphi_m].$$

B. Anzeige der Zähler bei Falschschaltung.

Wenden wir uns nun den Falschschaltungen zu, welche in Niederspannungsanlagen bei Drehstromzählern ohne Meßwändler am häufigsten vorkommen. Die Spannungspulen dieser Primärzähler sind durch die Überbrückungslaschen am Klemmstück mit den zugehörigen Stromspulen fest verbunden, so daß also keine „Fremdspannungen" an das betreffende System gelangen können. Eine Falschmessung beschränkt sich somit in der Hauptsache auf folgende Fälle:

a) Unterbrechung der Spannungspule in System R,
b) Unterbrechung der Spannungspule in System T,
c) Vertauschen von Zu- und Ableitung der Stromspule in System R,
d) Vertauschen von Zu- und Ableitung der Stromspule in System T.

Selbstverständlich können die gleichen Meßstörungen unter Vorhandensein schiefer Last neben vielen anderen auch bei Niederspannungszählern mit Stromwandleranschluß vorkommen. Wir wollen uns jedoch der Kürze halber ausschließlich nur auf die bei direkt angeschlossenen Zählern eintretenden Falschmessungen beschränken.

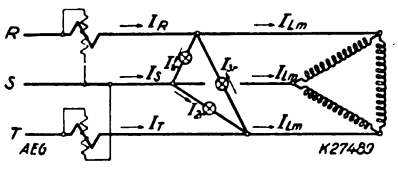


Abb. 6. Schiefe ohmsche mit gleichseitig induktiver Last.

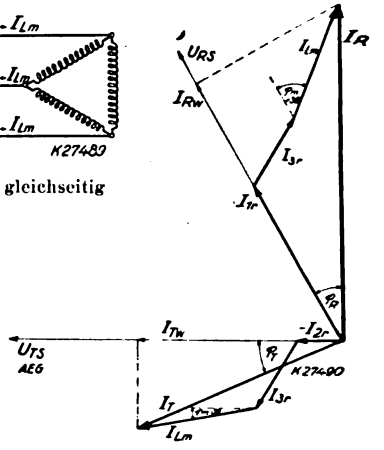


Abb. 7. Diagramm der Aron-Schaltung für schiefe ohmsche mit gleichseitig induktiver Last.

Das Verhältnis der Angaben A_w des richtig geschalteten Zählers zu denjenigen A_f des falschanzeigenden Zählers nennen wir den Korrektionsfaktor k. Er ist identisch mit der früher allgemein zur Fehlerberechnung verwandten Zählerkonstante C, auch Reduktionsfaktor genannt[3]:

$$k = \frac{A_w}{A_f}.$$

Mit diesem Faktor k müssen die Angaben des falsch zeigenden Zählers multipliziert werden, um den richtigen Verbrauch zu erhalten. Wurden jedoch die falschen Angaben A_f schon verrechnet, so ist zur Richtigstellung nur noch mit dem Nachverrechnungsfaktor zu multiplizieren, welcher sich ergibt aus:

$$n = \frac{A_w - A_f}{A_f} = \frac{A_w}{A_f} - 1 = k - 1.$$

Die unbewußte Verrechnung falscher Zählerangaben kommt aber nur dann vor, wenn ein Zähler trotz Falschschaltung vorwärtslief. Hatte der Zähler dadurch die entgegengesetzte Drehrichtung, so wird ja die Verrechnung sofort eingestellt, der Nachverrechnungsfaktor n also nicht benötigt.

Für die oben genannten Störungen bzw. Fehlschaltungen ergeben sich die Fehlanzeigen A_f und die Korrektionsfaktoren k, wenn:

a) Spannungspule in System R unterbrochen:

$$A_f = A_T, \qquad k = \frac{A_w}{A_f} = \frac{A_R + A_T}{A_T}$$

b) Spannungspule in System T unterbrochen:

$$A_f = A_R, \qquad k = \frac{A_R + A_T}{A_R}$$

c) Stromspule von System R verkehrt angeschlossen:

$$A_f = A_T - A_R, \qquad k = \frac{A_R + A_T}{A_T - A_R}$$

d) Stromspule von System T verkehrt angeschlossen:

$$A_f = A_R - A_T, \qquad k = \frac{A_R + A_T}{A_R - A_T}.$$

[3] Der Anzeigefehler ist:

$$\pm F\% = \frac{A_f - A_w}{A_w} \cdot 100 = \left(\frac{1}{k} - 1 \right) \cdot 100 \text{ in } \%.$$

Digitized by Google

Setzt man für A_R und A_T die Werte der charakteristischen Belastungsfälle (Abschnitt A 1 ··· 4) ein, so erhält man die in Tafel 1 zusammengestellten Werte für die Korrektionsfaktoren. Zum Vergleich wurden hier auch die Werte für gleichseitige Last mit aufgenommen.

Zahlentafel 1. Falschanzeige und Korrektionsfaktor bei charakteristischen Belastungsarten.

Art der Last	Fall	Korrektionsfaktor $k = \frac{A_w}{A_f}$
gleichseitig ohmsche Last	1a	2
	1b	2
	1c	∞
	1d	∞
gleichseitig induktive Last	2a	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}+\operatorname{tg}\varphi}$
	2b	$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}-\operatorname{tg}\varphi}$
	2c	$\sqrt{3}\operatorname{ctg}\varphi$
	2d	$-\sqrt{3}\operatorname{ctg}\varphi$
schiefe ohmsche Last	3a	$\frac{I_1+I_2+I_3}{I_3+\frac{1}{2}I_3}$
	3b	$\frac{I_1+I_2+I_3}{I_1+\frac{1}{2}I_3}$
	3c	$\frac{I_1+I_2+I_3}{I_2-I_1}$
	3d	$\frac{I_1+I_2+I_3}{I_1-I_2}$
schiefe induktive Last	4a	$\frac{I_1\cos\varphi_1+I_2\cos\varphi_2+I_3\cos\varphi_3}{I_3\cos\varphi_3+I_3\cos(\varphi_3-60°)}$
	4b	$\frac{I_1\cos\varphi_1+I_2\cos\varphi_2+I_3\cos\varphi_3}{I_1\cos\varphi_1+I_3\cos(\varphi_3+60°)}$
	4c	$\frac{I_1\cos\varphi_1+I_2\cos\varphi_2+I_3\cos\varphi_3}{-I_1\cos\varphi_1+I_2\cos\varphi_2+\sqrt{3}I_3\sin\varphi_3}$
	4d	$\frac{I_1\cos\varphi_1+I_2\cos\varphi_2+I_3\cos\varphi_3}{I_1\cos\varphi_1-I_3\cos\varphi_2-\sqrt{3}I_3\sin\varphi_3}$
schiefe ohmsche mit einseitig induktiver Last	5a	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+I_{1m}\cos\varphi_m}{I_{3r}+\frac{1}{2}I_{3r}}$
	5b	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+I_{1m}\cos\varphi_m}{I_{1r}+\frac{1}{2}I_{3r}+I_{1m}\cos\varphi_m}$
	5c	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+I_{1m}\cos\varphi_m}{I_{3r}-I_{1r}-I_{1m}\cos\varphi_m}$
	5d	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+I_{1m}\cos\varphi_m}{I_{1r}-I_{2r}+I_{1m}\cos\varphi_m}$
schiefe ohmsche mit gleichseitig induktiver Last	6a	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+\sqrt{3}I_{Lm}\cos\varphi_m}{I_{3r}+\frac{1}{2}I_{3r}+I_{Lm}\cos(\varphi_m-30°)}$
	6b	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+\sqrt{3}I_{Lm}\cos\varphi_m}{I_{1r}+\frac{1}{2}I_{3r}+I_{Lm}\cos(\varphi_m+30°)}$
	6c	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+\sqrt{3}I_{Lm}\cos\varphi_m}{I_{3r}-I_{1r}+I_{Lm}\sin\varphi_m}$
	6d	$\frac{I_{1r}+I_{2r}+I_{3r}+\sqrt{3}I_{Lm}\cos\varphi_m}{I_{1r}-I_{3r}-I_{Lm}\sin\varphi_m}$

Aus Zahlentafel 1 ergibt sich, daß der Korrektionsfaktor k bereits bei gleichseitiger Motorenlast stark vom Leistungsfaktor abhängig ist. Man könnte dies als Analogon für seine Abhängigkeit von der ungleichen Phasenbelastung ansprechen, da diese ebenfalls den Drehstrom-Leistungsfaktor der Anlage beeinflußt. Bei der Festlegung von k muß also bei schiefer Last statt bzw. außer bestimmten Leistungsfaktoren auch eine bestimmte Lastverteilung zugrunde gelegt werden. Kann diese Annahme wegen zu großer Schwankungen der Phasenbelastungen untereinander nicht gemacht werden, so ist der Korrektionsfaktor für verschiedene vorkommende Belastungsformen auszurechnen, um sich ein Bild über die möglichen Schwankungen dieses Faktors machen zu können, wie dies auch bisher schon bei den Korrektionsfaktoren für gleichseitig induktive Belastung in bezug auf die Schwankungen des Leistungsfaktors allein üblich war.

C. Graphische Bestimmung der Richtig- und Falschanzeige sowie des Drehstrom-Wirkfaktors der Gesamtanlage.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die Summe bzw. Differenz der Meßwirkströme I_{Rw} und I_{Tw} und somit die Richtig- und Falschanzeige A_w bzw. A_f auch rein graphisch ermittelt werden können (Abb. 8). Nach Gl. (5) ist:

$$A_w = A_R + A_T = U\,(I_{Rw} + I_{Tw}).$$

Bei verkehrt angeschlossener Stromspule in Phase T ist beispielsweise die Falschanzeige

$$A_f = A_R - A_T = U\,(I_{Rw} - I_{Tw})$$

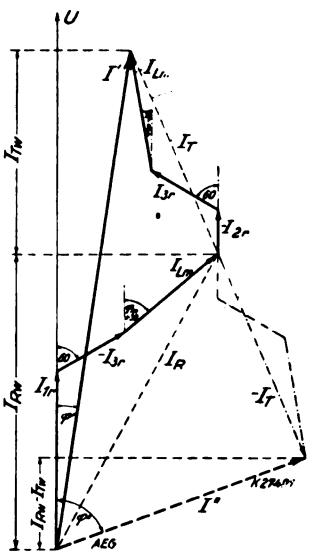


Abb. 8. (Zuschnitt 4 u. Abb. 7.) Graphische Ermittlung der Meßwirkströme und des Drehstromwirkfaktors bei Richtigschaltung sowie bei verkehrt angeschlossener Stromspule in Phase T.

und

$$k = \frac{I_{Rw} + I_{Tw}}{I_{Rw} - I_{Tw}}.$$

Zur graphischen Bestimmung von I_{Rw} und I_{Tw} addiert man die in jedem System wirkenden Teilströme geometrisch, wobei man ihre Verschiebungen zu den zugehörigen Meßspannungen auf einen gemeinsamen Spannungstrahl bezieht. In Abb. 8 ist dies für den Fall 6d vorgenommen.

Die Resultierende I' aller Teilströme bei Richtigschaltung stellt einen äquivalenten Gesamtstrom dar, welcher in einer Einphasen-Wechselstrom-Anlage bei gleicher Blind- und Wirkleistung — also auch gleichem Leistungsfaktor — fließen müßte. Hierdurch ist auch der Drehstrom-Wirkfaktor bei schiefer Belastung festgelegt. Ein Blindverbrauchsmesser würde anzeigen:

$$A_b = U\,I'\sin\varphi'.$$

Hieraus ergibt sich der Drehstrom-Wirkfaktor zu[4]

$$F = \cos\varphi' = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{A_b}{A_w}\right)^2}} = \frac{I_{Rw}+I_{Tw}}{I'}.$$

Die geometrische Addition aller Teilströme bei Falschschaltung ergibt einen gedachten Gesamtstrom I'', welcher zum gemeinsamen Spannungstrahl U eine Verschiebung φ'' aufweist. Man kann also auch schreiben:

für die Richtiganzeige

$$A_w = U\,(I_{Rw} + I_{Tw}) = U\,I'\cos\varphi',$$

für die Falschanzeige:

$$A_f = U\,(I_{Rw} - I_{Tw}) = U\,I''\cos\varphi'',$$

für den Korrektionsfaktor:

$$k = \frac{I_{Rw}+I_{Tw}}{I_{Rw}-I_{Tw}} = \frac{I'\cos\varphi'}{I''\cos\varphi''}.$$

Die Gleichungen sind also dadurch auf eine einfache und übersichtliche Form gebracht, daß schiefe Drehstrombelastung auf Einphasenstrom zurückgeführt wird. Natürlich muß erst die graphische Zusammensetzung aller Ströme vorausgehen. Außerdem bietet der Drehstrom-Wirkfaktor $\cos\varphi'$ eine Beurteilung der mittleren Phasenverschiebung der betreffenden Anlage. Die Methode kann sinngemäß auf alle anderen vorbesprochenen Fälle angewandt werden.

[4] Vgl. Schering, ETZ 1924, S. 710.

Digitized by Google

Grenzspannweiten bei Starkstromkreuzungen.

Von Geh. Baurat F. Besser, Berlin.

(*Schluß von S. 400.*)

Ermittlung der Grenzspannweiten.

Bei der Ermittlung der Grenzspannweiten ist davon auszugehen, daß die Leitungen bei — 5 ° C und der normalen Zusatzlast von $180\sqrt{d}$ kg/mm² mit der Hälfte der in den „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen" angegebenen zulässigen Höchstzugspannung gespannt sein sollen, also z. B. für Kupferleitungen mit 19/2 = 9,5 kg/mm². Für den ungünstigsten Fall ist von Um diese Werte muß für die verschiedenen Durchhänge die horizontale Zugspannung unter den Wert der Dauerzugfestigkeit herabgesetzt werden, damit letztere an den Aufhängepunkten nicht überschritten wird. Daraus folgt, daß als obere Grenze für die Zugspannungen bei den angenommenen höchsten Zusatzlasten für Kupfer die in Abb. 5 angegebene Linie *AB* anzusehen ist, bei welcher die Werte $1 - \cos\alpha$ berücksichtigt sind. Als untere Grenze gilt bei normaler Zusatzlast die Linie *CD*.

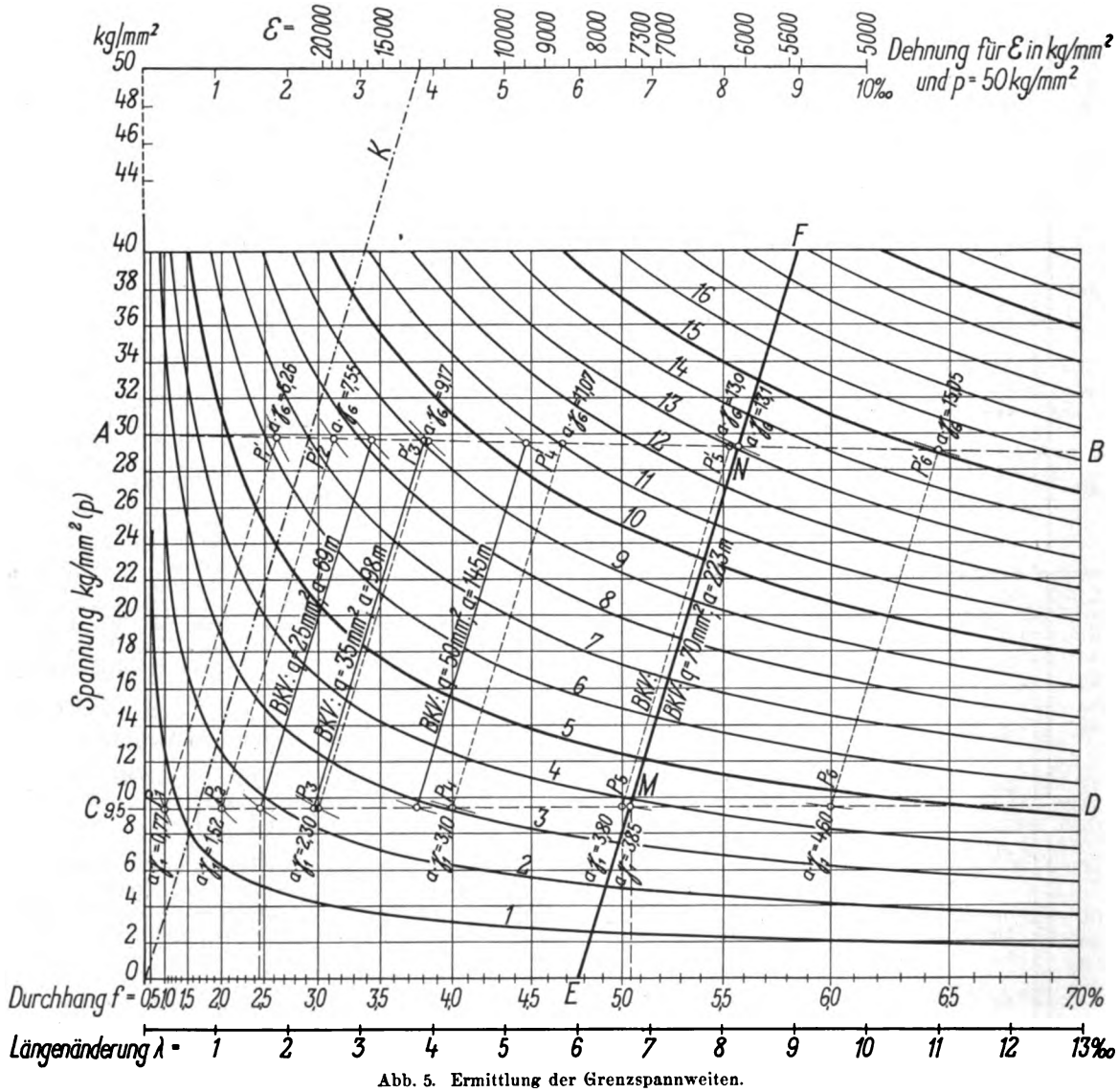


Abb. 5. Ermittlung der Grenzspannweiten.

dem Reichspostministerium angenommen worden, daß die Zusatzlast sich auf das Vierfache der normalen steigern kann, das Reichsverkehrsministerium (Wasserstraßen) nimmt das Fünffache und die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft das Sechsfache der Zusatzlast an. Unter diesen Annahmen soll die Dauerzugfestigkeit, d. h. für Kupfer 30 kg/mm² nicht überschritten werden. Dabei bleibt noch zu berücksichtigen, daß die Zugspannung p_a an den Aufhängepunkten größer ist als die horizontale Zugspannung p_h in der Mitte der Leitung. Bildet die Tangente der Kettenlinie an den Aufhängepunkten einen Winkel α mit der Horizontalen, so ist bei gleich hohen Stützpunkten $p_h = p_a \cos\alpha$ oder $p_a - p_h = p_a (1 - \cos\alpha)$. Aus der Gleichung der Kettenlinie ergeben sich für verschiedene Durchhänge folgende Werte für $1 - \cos\alpha$:

$f =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 %
$1 - \cos\alpha =$	0,1	0,3	0,7	1,2	2,0	2,8	3,7	4,8	5,9	7,2 %.

Es seien nun der Baustoff und der Querschnitt einer Leitung sowie die höchste Zusatzlast gegeben, z. B. Kupfer von 70 mm² und 6fache Zusatzlast. Dann ist aus Zahlentafel 1, Spalte 16 (s. Heft 17, S. 399) zu entnehmen, daß sich $\gamma_6 : \gamma_1$ bei 6facher und bei einfacher Zusatzlast verhalten wie 3,40 : 1. Um nun die Grenzspannweite für das angenommene Beispiel zu bestimmen, hat man nur nötig, in Abb. 5 eine Parallele zu dem Strahl *OK* in einem solchen Abstand vom Koordinatenanfange zu ziehen, daß die Linien *AB* und *CD* in zwei Kurven $a\,\gamma_6$ und $a\,\gamma_1$ geschnitten werden, für welche das Verhältnis $a\,\gamma_6 : a\,\gamma_1 = 3{,}40$ ist. Dividiert man dann $a\,\gamma_1$ durch den Wert γ_1, welcher zu dem betrachteten Querschnitt gehört, so ist das sich ergebende a die gesuchte Grenzspannweite. Die gesuchte Lage der Parallelen kann man durch Probieren ermitteln, wobei man finden wird, daß sich das Verhältnis $a\,\gamma_6 : a\,\gamma_1$ um so mehr verkleinert, je mehr sich die Parallele zu *OK* vom Koordinatenanfang entfernt. Die Linie *EF* hat die ge-

Digitized by Google

suchte Lage; denn bei Punkt M ist bei einer Zugspannung von 9,5 kg/mm² $a\,\gamma_1 = 3{,}85$ und im Punkte N bei einer Zugspannung, die der Linie AB entspricht, ist $a\,\gamma_6 = 13{,}1$. Es verhalten sich also $a\,\gamma_6 / a\,\gamma_1 = 13{,}1/3{,}85 = 3{,}4$. Da γ_1 das Gewicht mit einfacher Zusatzlast bedeutet, ist nach Zahlentafel 1 Spalte 10 für den vorliegenden Fall $\gamma_1 = 0{,}0173$. Mithin ergibt sich die gesuchte Grenzspannweite zu

$$a = \frac{a\,\gamma_1}{\gamma_1} = \frac{3{,}85}{0{,}0173} = 223 \text{ m}.$$

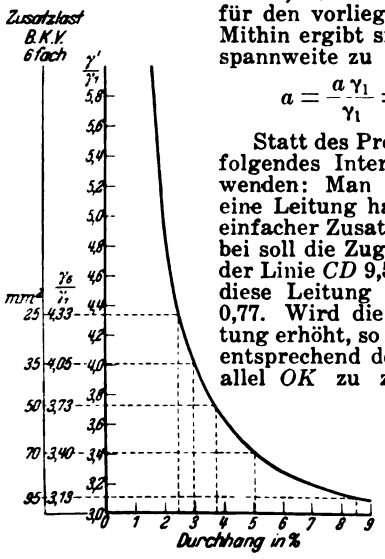


Abb. 6. Interpolationskurve für Kupferleitungen.

Statt des Probierens kann man auch folgendes Interpolationsverfahren anwenden: Man nimmt willkürlich an, eine Leitung habe 1 % Durchhang bei einfacher Zusatzlast und — 5 ° C. Hierbei soll die Zugspannung entsprechend der Linie CD 9,5 kg/mm² betragen. Für diese Leitung ist nach Abb. 5 $a\,\gamma_1 = 0{,}77$. Wird die Zusatzlast dieser Leitung erhöht, so steigt die Zugspannung entsprechend der Linie P_1P_1', die parallel OK zu ziehen ist. Die obere Grenze AB der Zugspannung wird im Punkte P_1' erreicht. Durch diesen Punkt läuft nach Abb. 5 eine Kurve, für welche $a\,\gamma' = 6{,}26$ ist. Da die Spannweite a unverändert bleibt, ist $\gamma' : \gamma_1 = 6{,}26 : 0{,}77 = 8{,}13$, d. h.: Um die Spannung einer Kupferleitung, die mit 1 % Durchhang gespannt ist, von p_1 auf p_2 zu steigern, muß das Gesamtgewicht einschließlich Zusatzlast um das 8,13fache gesteigert werden. In gleicher Weise ist an Hand der parallelen Hilfslinien P_2P_2', P_3P_3' usw. aus Abb. 5 zu bestimmen, wie groß die Steigerung der Gesamtlast sein muß, um die Grenzlinie AB zu erreichen, wenn der ursprüngliche Durchhang 2, 3, 4, . . . % beträgt. Aus Abb. 5 sind folgende zueinander gehörige Werte abzulesen:

$f =$	1	2	3	4	5	6	7 %
$a\,\gamma_1 =$	0,77	1,52	2,3	3,1	3,8	4,6	5,3
$a\,\gamma' =$	6,26	7,55	9,17	11,07	13,0	15,05	17,05

also ist:

$\gamma'/\gamma_1 =$ 8,13	4,96	3,99	3,57	3,42	3,29	3,2.

Die Werte von f und $\gamma' : \gamma_1$ werden besonders aufgetragen. Dies ist in Abb. 6 geschehen. Wenn nun als größte Zusatzlast das Sechsfache von $180\sqrt{d}$ anzusehen ist, so wird das Verhältnis der Gesamtlasten (Eigengewicht + Zusatzlast) bei einfacher und bei sechsfacher Zusatzlast für die verschiedenen Leitungsquerschnitte aus Spalte 16 der Zahlentafel 1 entnommen und in Abb. 6 eingetragen. Man kann dann ablesen, daß z. B. eine Kupferleitung von 70 mm² Querschnitt bei einfacher Zusatzlast mit einem Durchhang von 5,05 % gespannt werden muß, wenn bei sechsfacher Zusatzlast die zulässige Höchstspannung erreicht werden soll. Aus Abb. 5 ist zu entnehmen, daß zu $f = 5{,}05$ % und $p_1 = 9{,}5$ kg/mm² (Punkt M) eine Kurve gehört, für welche $a\,\gamma_1 = 3{,}85$ ist. Mithin ergibt sich die Grenzspannweite, wie oben bereits ausgeführt, zu:

$$a = \frac{a\,\gamma_1}{\gamma_1} = \frac{3{,}85}{0{,}0173} = 223 \text{ m}.$$

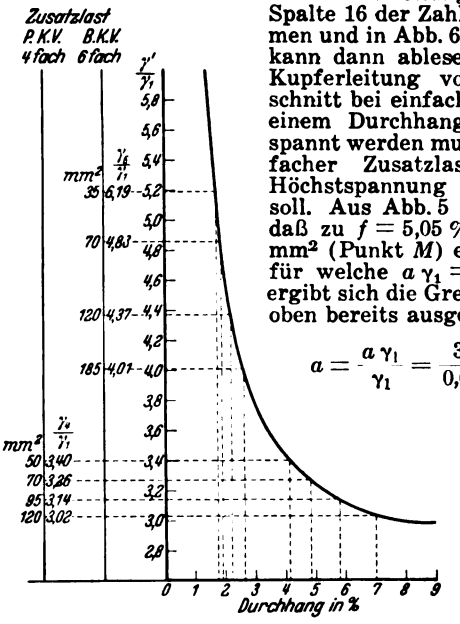


Abb. 7. Interpolationskurve für Aluminiumleitungen.

Die so ermittelten Grenzspannweiten für die verschiedenen Leitungsquerschnitte sind nachträglich in Abb. 5 eingetragen und in Zahlentafel 2 zusammengestellt worden.

Zahlentafel 2. Grenzspannweiten für Kupferleitungen nach BKV.

Leitungsquerschnitt	25	35	50	70	95 mm²
rechnerisch ermittelte Werte	69	98	145	223	410 m
abgerundete Werte der BKV	70	100	150	230	420 m

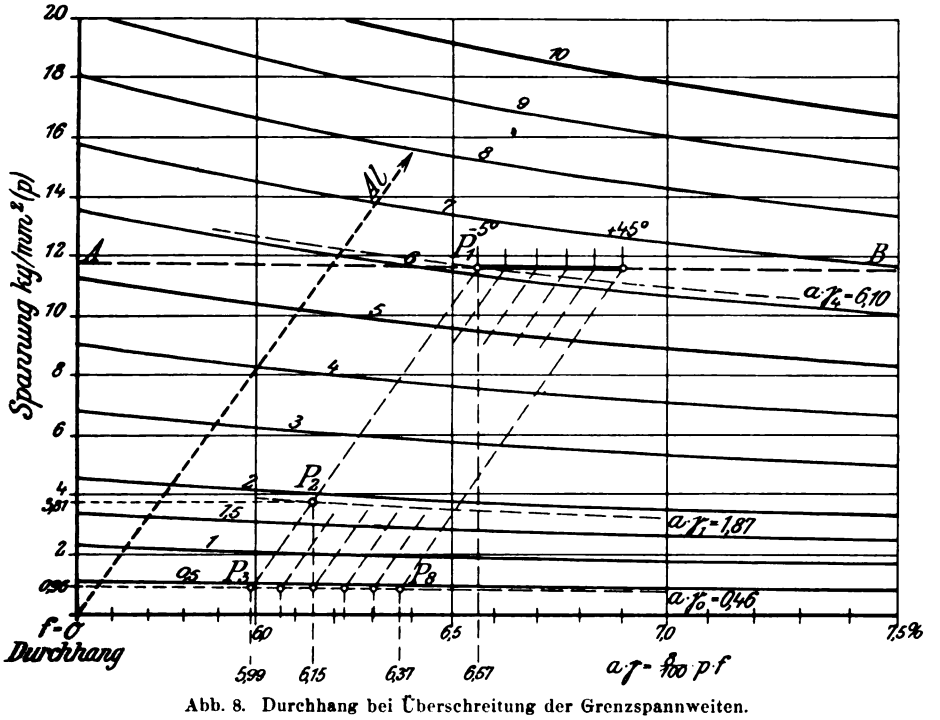


Abb. 8. Durchhang bei Überschreitung der Grenzspannweiten.

Für Aluminium und andere Baustoffe ändert sich lediglich die Neigung der schrägen Hilfslinie in Abb. 5. Diese Neigung ist entsprechend der Dehnung des betrachteten Baustoffes zu wählen. Statt der Abb. 6 sind hiernach für andere Baustoffe neue Kurven aufzuzeichnen. Abb. 7 gilt z. B. für Aluminium mit $E = 5600$ kg/mm².

In dieser Abbildung sind außer den für Bahnkreuzungsvorschriften gültigen Werten noch diejenigen eingetragen, die für die Postvorschriften gelten. Z. B. ist für eine Aluminiumleitung von 70 mm² bei der von der Post geforderten 4fachen Zusatzlast $\gamma_4/\gamma_1 = 3{,}26$ (Zahlentafel 1, Spalte 15). Diesen Wert trägt man in Abb. 7 ein und liest ab, daß die Leitung bei einfacher Zusatzlast mit $f = 4{,}82$ % gespannt sein muß, wenn die zulässige Höchstspannung schon bei der 4fachen Zusatzlast erreicht werden darf. Nach Abb. 5 gehört zu $f = 4{,}82$ % und $p_1 = 4{,}0$ kg/mm² eine Kurve, für welche $a\,\gamma_1 = 1{,}5$ ist. Das Gewicht mit einer einfachen Zusatzlast ist für 70 mm² $\gamma_1 = 0{,}011$, mithin ist die gesuchte Grenzspannweite 1,5/0,011 = 136 m.

Aus Abb. 6 und 7 ist noch zu erkennen, daß die zu wählenden Durchhänge mit der Zunahme der Leitungsquerschnitte außerordentlich wachsen, so daß schließlich aus diesem Grunde die Anwendung größerer Spannweiten praktisch unmöglich werden kann.

Überschreitung der Grenzspannweiten.

Es war oben darauf hingewiesen worden, daß nach den Kreuzungsvorschriften eine Überschreitung der Grenzspannweiten zugelassen ist, wenn durch entsprechende Bemessung des Durchhanges dafür gesorgt wird,

Digitized by Google

daß bei den vorgesehenen Zusatzlasten keine Überschreitung der Dauerzugfestigkeit eintritt. Es soll an einem Beispiel gezeigt werden, wie in einem solchen Falle die Durchhangsverhältnisse auf Grund der Abb. 8 ermittelt werden können. Bei einer Kreuzung, für welche 4fache Zusatzlast vorgeschrieben ist, soll eine Aluminiumleitung von 70 mm² Querschnitt mit 170 m Spannweite verlegt werden. Die Grenzspannweite ist bei 4facher Zusatzlast nur 130 m. Für Aluminium ist die größte zulässige Zugspannung an den Aufhängepunkten 12 kg/mm², in der Mitte der Leitung ist sie unter Berücksichtigung der oben angegebenen Werte von $(1 - \cos\alpha)$ entsprechend der Linie AB zu wählen. Nach Zahlentafel 1 ist das Gewicht der Leitung ohne Zusatzlast (Spalte 3) $\gamma_0 = 0{,}0027$ kg/mm², bei einfacher Zusatzlast (Spalte 10) $\gamma_1 = 0{,}0110$ kg/mm² und bei 4facher Zusatzlast (Spalte 12) $\gamma_4 = 0{,}0359$ kg/mm². Also ist

$$a\,\gamma_0 = 170 \cdot 0{,}0072 = 0{,}46,$$
$$a\,\gamma_1 = 170 \cdot 0{,}0110 = 1{,}87,$$
$$a\,\gamma_4 = 170 \cdot 0{,}0359 = 6{,}10.$$

Letzterer Wert entspricht dem Punkt P_1 in Abb. 8. Es ergibt sich hiernach, daß die Leitung bei 4facher Zusatzlast 6,57 % Durchhang erhalten muß. Wird die Zusatzlast auf den normalen Wert vermindert, so findet man mit Hilfe der Geraden P_1P_2, die parallel dem für Aluminium gültigen Strahl OAl zu ziehen ist, daß bei einfacher Zusatzlast und $a\,\gamma_1 = 1{,}87$ der Durchhang 6,15 % und die zugehörige Zugspannung 3,81 kg/mm² ist, also rd. 5 % weniger als die sonst zugelassene Zugspannung von 4 kg/mm². Verschwindet die Zusatzlast ganz, so wird $a\,\gamma_0 = 0{,}46$ und $f_0 = 5{,}99$ %, $p_0 = 0{,}96$ kg/mm² (Punkt P_3). Zur Ermittlung der Durchhänge bei höheren Temperaturen sind parallele Linien zu P_1P_3 in Abständen zu ziehen, welche der Temperaturdehnungskala für Aluminium (Abb. 2, oben) entsprechen. Aus den Schnittpunkten P_4, P_5 usw. dieser parallelen Linien mit der Kurve $a\,\gamma_0 = 0{,}46$ ergeben sich folgende Werte:

$t =$	$-5°$	$+5°$	$+15°$	$+25°$	$+35°$	$+45°$
$f_0 =$	5,99	6,07	6,15	6,23	6,30	6,37 %
$p_0 =$	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90 kg/mm²

Hierbei ist p_0 der spitzen Schnitte wegen aus $p_0 = 100/8 \cdot a\,\gamma_0/f_0$ ermittelt worden. Eine Aluminiumleitung von 70 mm² Querschnitt muß also bei einer Spannweite von 130 m und einer Temperatur von beispielsweise + 15 ° C einen Durchhang von 6,15 % oder 8 m erhalten. Dann wird bei 4facher Zusatzlast und — 5 ° C die Beanspruchung an den Aufhängepunkten gleich der Dauerzugfestigkeit werden.

Das englische Landesleitungsnetz.

Von Dr. P. Frh. von Stritzl, London.

Übersicht. Über das Projekt, über England, Schottland und Wales ein einheitliches Hochspannungsnetz („Grid") zu errichten und die Stromversorgung auf planwirtschaftliche Grundlage zu stellen, sowie über die Fortschritte in der Durchführung dieses großen Planes wurde in der ETZ fortlaufend berichtet[1]. Die bevorstehende Vollendung des 132 kV-Netzes und der wichtigsten Kraftwerksbauten gibt Veranlassung zu einem Rückblick auf die Entstehung, zu einer zusammenfassenden Betrachtung über die wirtschaftliche Bedeutung des „Grid Scheme" sowie endlich zur Mitteilung ergänzender technischer Einzelheiten.

Entstehungsgeschichte.

Die englische Gesetzgebung auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft vor dem Jahre 1926 war einer großzügigen Entwicklung hinderlich, sie förderte das Fortbestehen zahlreicher selbständiger Einzelunternehmen, die ihren Strom zum großen Teil in kleinen, unwirtschaftlichen Kraftwerken erzeugten.

Mit dem Electricity (Supply) Act von 1926, dessen Bestimmungen auf den Erfahrungen und Vorschlägen der 1919 eingesetzten Elektrizitätskommissäre und des Weir-Ausschusses fußten, wurde die Grundlage für eine weitschauende Elektrizitätspolitik geschaffen, die in der Hauptsache die Beschränkung der Stromerzeugung auf wenige hochwirtschaftliche, durch das Landesleitungsnetz miteinander verbundene Großkraftwerke, deren planmäßige Erweiterung bzw. Ergänzung sowie die Vereinheitlichung der Frequenz zum Ziele hat. Um den aus 8 Mitgliedern bestehenden Central Electricity Board (C.E.B.) für seine in die Wirtschaft der bestehenden Stromlieferungsunternehmen tief eingreifenden Aufgaben zu befähigen, wurde diese Körperschaft mit weitgehenden Vollmachten ausgestattet. Dem privaten oder städtischen Unternehmen bleibt nur die unbeschränkte Verfügung über die Stromverteilung; hinsichtlich der Erzeugung ist es an die Weisungen des C.E.B. gebunden.

1927 trat der C.E.B. unter dem Vorsitz von Sir Andrew R. Duncan zusammen. Die Errichtung des rd. 6500 km Leitungen und 263 Schalt- und Umspannwerke umfassenden Netzes, ursprünglich auf einen Zeitraum von acht Jahren veranschlagt, wurde erheblich beschleunigt. Den Baufortschritt in den einzelnen Teilgebieten veranschaulicht Zahlentafel 1.

Am 1. I. 1933 wurde in den beiden Distrikten Mittel-Schottland und Mittel-Ostengland der Vollbetrieb aufgenommen. Die übrigen Distrikte werden noch im Laufe dieses Jahres folgen.

Das Gesetz vom Jahre 1926 sieht vor, daß die als „Selected Stations" bestimmten 119 bestehenden Kraftwerke zwar Eigentum ihrer derzeitigen Besitzer verbleiben, ihr weiterer Ausbau und ihr Betrieb aber den Weisungen des C.E.B. unterliegt. Der in diesen sowie in den 16 neu zu errichtenden Kraftwerken erzeugte Strom wird dem C.E.B. verkauft, welcher seinerseits die rd. 660 konzessionierten örtlichen Unternehmer bzw. Gemeinden mit Strom zu beliefern gezwungen ist. Das Grundprinzip der Verrechnung ist, daß die Kosten des vom C.E.B. an ein Unternehmen zurückgelieferten Stromes diejenigen der Eigenerzeugung der gleichen Energiemenge nur um einen festgesetzten geringen Zuschlag überschreiten dürfen. Für alle sonstigen Strombezüge aus dem Grid aber wurde ein Rahmentarif festgesetzt, dessen Gebühren zunächst für jeden einzelnen Distrikt getrennt bestimmt werden. In Zahlentafel 2 ist dieser Tarif mit den Gebühren für die zwei zuerst in Vollbetrieb genommenen Bezirke wiedergegeben.

Zur Erläuterung der Zahlentafel 2 dienen folgende Definitionen:

„Höchstlast" ist der doppelte Höchstverbrauch während einer halben Stunde im Januar, Februar, März oder Dezember eines Jahres.

Als „Normallast" eines Unternehmens für die Bemessung der Grundgebühr gilt dessen Höchstlast im Jahre 1932, jedoch nicht weniger als 2000 kW. Für den gleichen Zweck wurden „Überschußstufen" bei kleinen Werken zu 3000, bei größten zu nur 1000 kW festgesetzt.

Die Zuschläge und Vergütungen unter Pos. B 7, B 8 und C 11 werden bei geringeren Abweichungen als 0,1 im Leistungsfaktor bzw. als 1 RM von der „Grundzahl" (B 9) oder vom „Normalkohlenpreis" (C 12) anteilig berechnet.

Im Rahmen dieses Tarifes werden für jeden der 9 Bezirke Gebühren festgesetzt, die für die nächsten zehn Jahre als Höchstgrenze zu gelten haben. Eine spätere Vereinheitlichung für das gesamte Land ist geplant.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Grid Scheme.

Um sich von der Bedeutung des Zusammenschlusses der gesamten Stromerzeugung des Landes ein Bild zu machen, muß man dessen Einfluß auf die Elektrizitätswirtschaft vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt, ferner aber auch vom Standpunkt der bestehenden Elektrizitätswerke und von demjenigen des Verbrauchers betrachten.

Es ist klar, daß sich die Vorteile der Planwirtschaft nicht gleich nach ihrer Einführung fühlbar machen können; vielmehr handelt es sich um weitschauende Maßnahmen, deren Auswirkung erst nach einem entsprechend langen Zeitraum voll zur Geltung kommen kann. Natürlich beschäftigt die Frage der Zweckmäßigkeit eines derart bedeutenden Kapitalaufwandes die öffentliche Mei-

[1] ETZ 1926, S. 170, 581; 1927, S. 408, 1558; 1928, S. 261, 303, 513, 1165, 1658; 1929, S. 50, 870, 918, 1423; 1930, S. 478, 824, 1246; 1931, S. 114, 1179.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Ausbau des Leitungsnetzes.

Distrikt	Fläche in 1000 km²	Einwohner in Mill 1931	bestehende Kraftwerke Anzahl 1931	bestehende Kraftwerke Stromerzeugung 1931 Mill kWh	„Selected Stations" bestehend	„Selected Stations" Neubau	Beschreibung siehe ETZ	Baufortschritt der Leitungen, in km fertiggestellt (in Betrieb) am 31. Dez. 1929	1930	1931	Gesamtlänge¹	Investiertes Kapital in Mill RM bis 31. Dezember 1931 Leitungen	Umspannwerke usw.	Vereinheitlichung der Frequenz	insgesamt	für Vereinheitlichung der Frequenz noch vorgesehene Ausgaben in Mill RM
Mittel-Schottland	12,8	3,79	27	860,06	10	2	1927, S. 1558	230 (76)	386 (350)	386 (386)	403	13,4	22	43,2	78,6	32,4
Süd-Schottland	11,0	0,25	4	12,37	1	5	1931, S. 1180	—	—	13 (13)	600	7,6	—	—	7,6	—
Nordost-England	13,0	2,70	19	787,44	6	—	1929, S. 1423	—	—	283 (38)	290	15,2	9,4	81,2	105,8	99,6
Nordwest-England u. Nordwales	23,1	7,13	78	2 186,40	27	2	1928, S. 1058	46 (22)	163 (101)	535 (132)	875	29	35,2	4,6	68,8	4,4
Mittel-Ostengland	19,2	4,91	44	1 300,77	16	—	1929, S. 1423	—	153 (—)	700 (210)	840	24	24	—	48	—
Mittel-England	18,7	5,60	48	1 502,15	19	1	1928, S. 1058	20 (—)	217 (25)	610 (192)	662	21,8	27,8	28,6	78,2	58,2
Ost-England	8,8	0,78	11	79,45	2	—	1930, S. 824	—	—	168 (—)	245	6,6	8		9,6	—
Südost-England	22,4	12,52	110	3 515,20	31	4	1928, S. 513	137 (39)	468 (356)	925 (070)	1350²	88,2	66,6	0,6	155,4	13,4
Südwest-England u. Südwales	43,8	6,30	111	815,90	7	2	1930, S. 824	—	8 (—)	153 (24)	1210	24,6	18,2	2,6	45,4	14
gesamtes Grid Scheme	172,8	43,98	452	11 119,74	119	16	1931, S. 114	433 (137)	1395 (831)	3833(1671)	6475²	230,4	206,2	160,8	597,4	222
Nord-Schottland	52,4	0,81	22	282,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

¹ Ende 1932 nahezu fertiggestellt. — ² einschließlich 162 km Kabelstrecken.

nung Englands in hohem Grade; selbst in der Fachwelt stehen zunächst Kritiker, die augenblickliche Nachteile in den Vordergrund schieben, und Befürworter einander in schroffem Gegensatz gegenüber. Es soll im nachstehenden versucht werden, an Hand der verfügbaren Zahlen und der vorliegenden Äußerungen maßgebender Persönlichkeiten ein objektives Bild von den tatsächlichen Verhältnissen zu entwerfen.

Vor allem darf man nicht übersehen, daß die Planwirtschaft mit einer schweren Vorbelastung ins Leben tritt. Nicht nur sind außer dem eigentlichen Aufwand für den Zusammenschluß Investitionen in fast gleicher Höhe für die Vereinheitlichung der Frequenz vorzunehmen, sondern es waren auch zahlreiche unwirtschaftliche Werke zu übernehmen, deren sofortiger Ersatz durch neuzeitliche Anlagen weder durchführbar noch auch in allen Fällen erwünscht ist. Es wird also in den nächsten Jahren ein allmählicher Übergang von der unabhängigen örtlichen zur zentralisierten Stromerzeugung eintreten müssen, und die Vorzüge der letzteren werden erst nach Überwindung dieser Zwischenstufe voll zur Geltung kommen können.

Erschwerend für den Zusammenschluß war auch die Tatsache, daß bisher etwa ein Viertel der Stromversorgung Englands mit anormaler Frequenz erfolgte, so daß nahezu 400 Mill RM für den Umbau vorhandener Anlagen auf 50 Per/s aufzuwenden sind. Diese Ausgaben werden in Form einer Sonderabgabe je verkaufte kWh von der gesamten Stromlieferungsindustrie getragen. Ungünstig wirkt sich natürlich auch die Verlangsamung im Anstieg des Stromverbrauches als Folge der Wirtschaftskrise aus.

Weitere die Vorteile der Großwirtschaft einschränkende Umstände sind das Fehlen namhafter Wasserkräfte sowie die gleichmäßige Verteilung der Kohlenvorkommen und günstiger Kühlwasserverhältnisse über das ganze Land. Diese drei Gründe sprechen für die Stromerzeugung in unmittelbarer Nähe der wichtigen Belastungszentren, sie schließen von vornherein eine Großkraftübertragung etwa im Sinne des RWE-Systems als unwirtschaftlich aus. Vielmehr muß sich die wirtschaftliche Rechtfertigung des englischen Landesleitungsnetzes nicht durch die Fortleitung billigen Stromes, sondern in der Hauptsache aus der durch den Zusammenschluß verringerten Reservehaltung in den angeschlossenen Kraftwerken ergeben.

Zahlentafel 2. Tarif für Strombezüge aus dem Grid*.

Pos.	Beschreibung	Mittel-Schottland	Mittel-Ostengland
	A. Anschlußgebühr.		
1	1 Übergabestelle	frei	frei
2	Weitere Übergabestellen	nach Lage der Umstände	
	B. Grundgebühr.		
3	kW Höchstlast bis zur „Normallast" . .	70,— RM	70,— RM
4	„ , erste Überschußstufe . .	65,— „	65,— „
5	„ , zweite Überschußstufe .	60,— „	60,— „
6	„ , darüber hinaus	55,— „	55,— „
7	Zuschlag je kW Höchstlast, falls der Jahresmittelwert des cos φ unter 0,85 nacheilend ist, je 0,1 Unterschied	4,50 „ mehr	4,50 „ mehr
8	Zuschlag bzw. Vergütung je kW Höchstlast für Besitzer von „Selected Stations", je RM Abweichung von der für öffentl. Abgaben je kW Kraftwerksleistung festgesetzten Grundzahl	1,83 „	1,83 „
9	Grundzahl für öffentl. Abgaben, je kW Kraftwerksleistung	6,— „	5,25 „
	C. Arbeitsgebühr.		
10	je kWh	1,67 Pf	1,55 Pf
11	Zuschlag bzw. Vergütung je kWh für Besitzer von „Selected Stations", je RM Abweichung des mittleren Brennstoffpreises im betreffenden Bezirk vom Normalkohlenpreis	0,00835 Pf	0,00835 Pf
12	Normalkohlenpreis je t	13,50 RM	13,— RM
13	Sondernachlässe	grundsätzlich zugelassen	

* 1 £ = 20 RM.

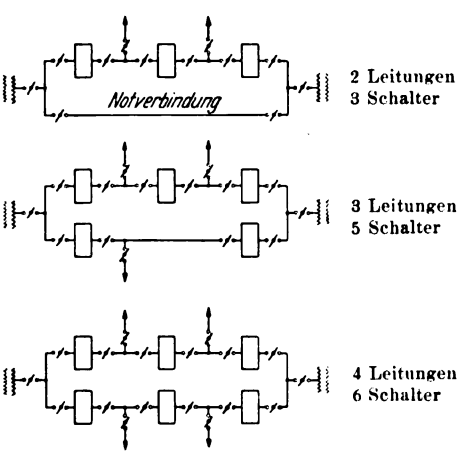


Abb. 1. Schaltung der Umpannwerke.

Die installierte Maschinenleistung öffentlicher Kraftwerke betrug im Jahre 1931 6,95 Mill kW, das in diesen Werken angelegte Kapital 2,72 Mrd RM oder 392 RM je kW. Die Summe aller Belastungspitzen an den Sammelschienen dieser Werke erreichte nur 3,80 Mill kW; demnach war eine Leistungsreserve von 83 % oder mit Berücksichtigung des Verschiedenheitsfaktors für die Einzelspitzen sogar von rd. 100 % vorhanden. Wenn sämtliche Kraftwerke des Landes an das Grid angeschlossen sein werden, genügt zweifellos eine Reserveleistung von 20 % über der höchsten gleichzeitigen Gesamtspitze, es könnten also rd. 1,1 Mrd RM an Anlagekosten der Kraftwerke gespart werden, denen die Baukosten des Landesleitungsnetzes mit weniger als 600 Mill RM gegenüberstehen.

Dieser Vergleich ist allerdings hypothetischer Natur, denn die vorhandenen Kraftwerke können nicht einfach zum Verschwinden gebracht werden; wie bereits gesagt, steht die englische Elektrizitätswirtschaft am Beginn einer Übergangszeit. Nimmt man aber an, daß am Ende derselben, d. i. nach vorsichtiger Schätzung etwa 1945, der Stromabsatz von 1931 verdoppelt sein wird[2], daß also die höchste gleichzeitige Spitzenentnahme auf 7 Mill kW, die installierte Kraftwerksleistung bei Weiterentwicklung der Einzelwirtschaft auf 13,9, bei zusammengeschlossenem Betrieb auf 8,4 Mill kW angewachsen wäre, wobei

[2] Der derzeitige Zuwachs beträgt jährlich rd. 5 %.

Digitized by Google

sich die durchschnittlichen Anlagekosten je kW (1923: 476; 1931: 392 RM) auf 300 RM gesenkt hätten, so ergibt sich eine Kapitalersparnis von 1,05 Mrd RM, d. i. rd. 25 % der Kosten aller Einzelkraftwerke.

Außer der nach obigem auf etwa 80 ··· 100 Mill RM zu veranschlagenden Senkung des Kapitaldienstes ist aber auch mit einer Senkung der direkten Betriebsausgaben zu rechnen. 1931 betrug der mittlere Kohlenverbrauch 0,85 kg je erzeugte kWh gegenüber 0,55 kg in den bestehenden Großkraftwerken. Nimmt man für das Jahr 1945 einen mittleren Verbrauch von 0,7 bei Fortbestehen der rd. 500 Einzelkraftwerke gegenüber 0,6 kg in den 125 „Selected Stations" an, so ergibt sich bei Erzeugung von 20 Mrd kWh und einem Kohlenpreis von 13 RM je t eine Kohlenersparnis von 26 Mill RM. Zusammen mit der Verringerung des Kapitaldienstes und der sonstigen festen Kosten der Stromerzeugung, denen nur die verhältnismäßig geringen Unterhaltungs- und Betriebskosten des Leitungsnetzes gegenüberstehen, darf man also die jährliche Ersparnis mit etwa 100 ··· 120 Mill RM beziffern, d. i. rd. 0,585 Pf je kWh oder etwa 15 % der in Zahlentafel 2 angeführten Gebühren für Strombezüge aus dem Grid. Späterhin sind noch weitergehende Preissenkungen zu erwarten.

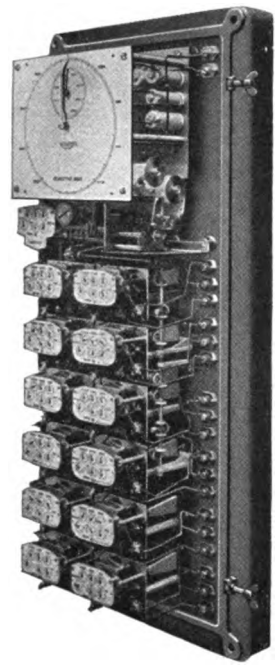


Abb. 2. Summenzähler.

Es sei aber nochmals darauf hingewiesen, daß diese Ersparnisse nicht sofort fühlbar werden können und daß die Befürchtungen mancher städtischer und privater Betriebe, daß die nächste Wirkung der Errichtung des Grid einer Verteuerung der Stromerzeugung gleichkomme, einer gewissen Berechtigung nicht immer entbehren. Im allgemeinen aber wird der veröffentlichte Tarif als günstig betrachtet werden müssen, wie ja überhaupt das Niveau der Strompreise in England verhältnismäßig tief liegt.

Ergänzende technische Einzelheiten.

Im allgemeinen ist der Ausbau des Leitungsnetzes den bereits veröffentlichten Plänen gefolgt. Immerhin haben sich im Verlauf der Durchführung eine ganze Reihe interessanter Probleme und Einzelheiten ergeben, auf die hier kurz eingegangen werden soll.

Zunächst ist die Frage noch offen, ob tatsächlich alle Bezirke an den vorgesehenen Stellen miteinander verbunden oder getrennt betrieben werden sollen. Eine Verbindung ist nicht unbedingt erforderlich, da eine Energieübertragung zwischen den Bezirken normalerweise nicht vorgesehen ist und die in jedem Bezirk geplanten Reserven unter allen Umständen genügen.

Von der Größe der geleisteten Arbeit, aber auch der an die englische Elektroindustrie gefallenen Aufträge sollen einige Zahlen einen Begriff vermitteln, welche nur das Hauptnetz umfassen, welches bekanntlich fast ausnahmslos aus 132 kV-Leitungen besteht; nur die Bezirke Südost- und Mittelost-England enthalten kurze 66 kV-Strecken.

Streckenlänge der Freileitungen	6313 km
Streckenlänge der Kabel	162 „
Anzahl der Transformatoren in den Umspannwerken	240
Gesamtleistung der Transformatoren in den Umspannwerken	6 Mill kVA
Anzahl der Ölschalter in den Schalt- und Umspannwerken, 132 und 66 kV . . .	509

Entsprechend dem Verwendungszweck des Hochspannungsnetzes sind die Leitungen nur für eine Übertragungsleistung von 50 000 kVA bemessen. Bei dieser geringen Stromstärke ist es begreiflich, daß Stahlaluminiumleiter die wirtschaftlich günstigste Lösung darstellen. Wie aus dem Leitungsplan[3] hervorgeht, gelangen fast durchweg Einzelleitungen zur Errichtung. Die normale Spannweite beträgt 270 m. Eine große Anzahl von Flußkreuzungen war erforderlich.

Um die Anzahl der 132 kV-Ölschalter in den Umspann- und Schaltstationen nach Möglichkeit zu verringern, wurden für die Mehrzahl derselben geschlossene Schaltungen nach Abb. 1 gewählt. Die Ausführung der Freiluftanlagen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Wo hinreichend Platz vorhanden war, wurde der billigsten flachen Bauart der Vorzug gegeben. Die Ölschalter haben eine Abschaltleistung von 1,5 Mill kVA, sie sind je nach der Herstellerfirma mit 2, 4 oder 6 Unterbrechungsstellen je Pol gebaut. Da große Leistungen nur

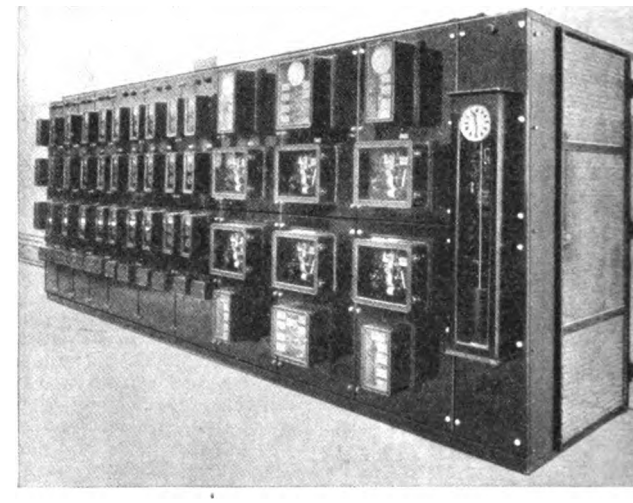


Abb. 3. Zählertafel eines englischen Großkraftwerks.

ausnahmsweise und dann meist nur kurzzeitig übertragen werden, gelangte für die Transformatoren mit Vorteil künstliche Luftkühlung zur Anwendung, die normalerweise nicht in Betrieb ist, wobei die Transformatoren dauernd mit ihrer halben Vollast zu arbeiten vermögen. Alle Transformatoren sind unter Last in 14 Stufen um ± 10 % regelbar. Die 132 kV-Wicklungen sind in Stern geschaltet. Die Sekundärspannung richtet sich nach der Spannung des betreffenden Kraftwerkes oder Verteilungsnetzes. In allen Fällen ist der Nullpunkt fest geerdet, wodurch man zwar den Vorteil einer Verbilligung der Transformatoren durch Abstufung der Isolation erzielte, dagegen auf die Anwendung von Erdschlußspulen verzichten muß. Dies hat bereits in zwei Fällen zu ernsthaften Zerstörungen geführt.

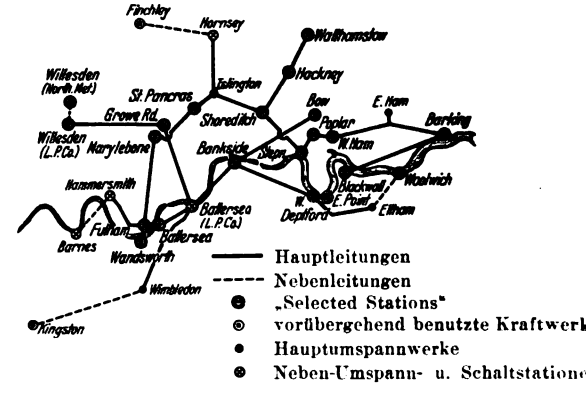


Abb. 4. Stromversorgung von Groß-London.

Die Schutzmittel gegen Überströme, Überspannungen, Kurz- und Erdschlüsse sind nicht einheitlich. Es gelangen sowohl Differentialrelais in verschiedenen Schaltungen[4] als auch, namentlich auf den längeren Strecken, Impedanz- und Reaktanzrelais[5] zur Verwendung. Kurzschlüsse werden mit selektiver Verzögerung, Erdschlüsse sofort abgeschaltet.

[3] Der Gesamtleitungsplan entspricht mit wenigen Änderungen dem in ETZ 1931, S. 114 veröffentlichten.

[4] Coates, The British Grid System, Belfast Association of Engineers, Febr 1932.

[5] Ross u. Bell, J. Instn. electr. Engr. Juli 1930; Vorträge Nr. 88 u. 106, Internat. Hochsp.-Konferenz Paris, Juni 1931.

Digitized by Google

Während des Probebetriebes haben sich Schwierigkeiten durch übermäßig starke Oberwellen ergeben, die durch den vielfach üblichen Anschluß statischer Kondensatoren über Transformatoren verstärkt wurden. Diese Erscheinungen werden in dem schwach belasteten Leitungsnetz zweifellos auch in Zukunft eine Rolle spielen. Man hat sich zunächst dadurch geholfen, daß stets eine verhältnismäßig große Anzahl von Generatoren in Betrieb gehalten wurde. Zur dauernden Abhilfe gelangten eigene Oberwellenschlucker für die besonders stark ausgeprägte 5. Harmonische zur Aufstellung. Dies sind zum Teil Motorgeneratoren, bestehend aus einer 2poligen Synchronmaschine für 50 Per/s und einer mit dieser in Serie geschalteten 10poligen Synchronmaschine für 250 Per/s; letztere ist mit einem drehbaren Stator versehen, so daß außer der durch die Erregung regelbaren Amplitude auch die Phasenlage des erzeugten 250periodigen Stromes variiert, d. h. zur vorhandenen 5. Oberwelle in Opposition gebracht werden kann. Dem gleichen Zweck dient ein an eine Sekundärleitung angeschlossener, △/Y geschalteter Transformator, in dessen Sekundärstromkreis auf 250 Per/s abgestimmte Kondensatoren und Widerstände liegen. Beide Einrichtungen sollen ihren Zweck erfüllen.

Abb. 5. Eisengekapselte 66 kV-Schaltanlagen des El.-Werks Battersea.

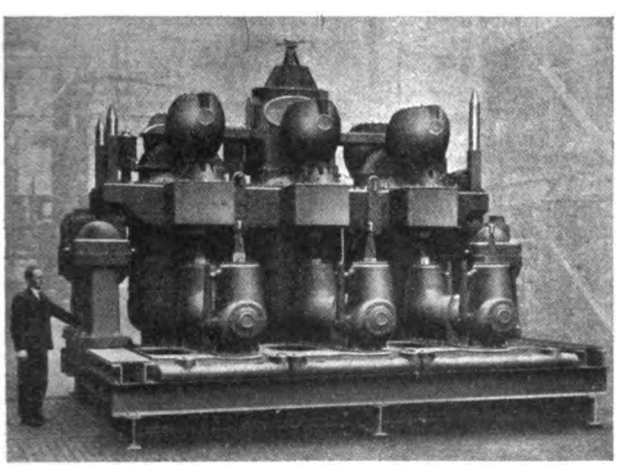


Abb. 6. Eisengekapselter 66 kV-Schalter.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Durchbildung der Zähleinrichtungen für die Verrechnung verwendet, die angesichts der großen Zahl der angeschlossenen Unternehmen und der Mannigfaltigkeit der Tarife und möglichen Betriebszustände sehr zahlreich und umständlich sind. Abb. 2 zeigt einen typischen Summenzähler und Abb. 3 die Zählertafel eines an das Grid angeschlossenen Kraftwerkes.

Von hervorragendem Interesse sind die Vorkehrungen für die Stromversorgung Groß-Londons, das allein 9 Mill Einwohner oder fast ein Viertel der Gesamtbevölkerung umfaßt. Abb. 4 zeigt die Lage der „Selected Stations" und die Verbindungsleitungen zwischen diesen. Bedenkt man, daß dieses Gebiet noch im Jahre 1930 von 58 Kraftwerken — die Bahnkraftwerke nicht eingerechnet — gespeist wurde, von denen 27 Leistungen unter 10 000 kW hatten, so wird der Vorteil, aber auch die dringende Notwendigkeit einer durchgreifenden Neuregelung offenbar. Die zukünftige Grundlastversorgung der Hauptstadt wird sich auf die drei Großkraftwerke Barking, Battersea und Fulham stützen, zu denen später noch zwei weitere Großkraftwerke treten sollen. Die übrigen 19 „Selected Stations" sind von mittlerer Größe, sie werden zur Spitzendeckung herangezogen.

Der um London mit einem Durchmesser von etwa 35 km gezogene 132 kV-Ring besteht aus normalen Freileitungen. Nur drei kurze Stücke sind als ölgefülltes 132 kV-Kabel verlegt. Das 66 kV-Netz innerhalb dieses Ringes besteht teils aus einem gewöhnlichen, teils aus einem ölgefüllten und teils aus in Stickstoff von 15 at Druck verlegtem Kabel. Ein Hauptüberwachungsraum wurde in dem zentral gelegenen alten Werk Bankside eingerichtet; er ist über gemietete Telephonleitungen mit allen 132 und 66 kV-Umspann- und Schaltstationen des Londoner Bezirks verbunden. Über diese Leitungen werden fernangezeigt: die Stellung jedes 132 und 66 kV-Schalters und Lastreglers, die Leistungsaufnahme und -abgabe der Umspannwerke, die Spannung an bestimmten Netzpunkten, endlich die Belastung an den Sammelschienen der wichtigen Kraftwerke. Eine ähnliche Überwachungszentrale für die Lastverteilung wird in jedem der 9 Bezirke des Grid eingerichtet.

Die wichtigsten Kraftwerksneubauten sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt. Die Werke arbeiten mit Dampfdrücken zwischen 30 und 45 at bei Überhitzung auf 425 ··· 480 °. Im Werk Dunston B und zum Teil auch in Barking gelangt Zwischenüberhitzung zur Anwendung. Die meisten großen Turbogeneratoren haben eine Drehzahl von 1500; die größten 3000tourigen Einheiten sind die 50 000 kW-Maschinen im Werk Dunston B; die neuen Maschinen sind fast durchweg einwellig. Die 80 000 kVA-Sätze in Battersea, die noch mit einem Hausgenerator von 6250 kVA gekuppelt sind, haben eine Gesamtlänge von 31 m. Die normale Generatorspannung ist 11 kV, im Werk Tir John North 33 kV.

Zahlentafel 3. Die wichtigsten englischen Großkraftwerke.

Name des Werkes	benachbartes Lastzentrum	Anzahl der Turbogeneratoren	Leistung in kW
Barking	London	4	20 000
		4	40 000
		2	75 000
Battersea	„	2 (6)	67 000
Fulham	„	2	65 000
Clarence Dock	Liverpool	2 (8)	50 000
Ironbridge	Mittelengl. Industriegebiet	1 (4)	50 000
Portishead	Bristol	2	20 000
		1 (6)	50 000
Tir John North	Swansea	2	30 000
		(3)	(60 000)
Kearsley	Manchester	4 (6)	31 250
Barton	Manchester	3	27 500
		1	40 000
Dunston B	Newcastle	3 (6)	50 000

(Zahlen in Klammern beziehen sich auf den geplanten Endausbau.)

Die eisengekapselte Ausführung der Schaltanlagen ist geradezu zum Symbol der englischen Elektroindustrie geworden; sie findet sich auch in den neuen Anlagen, zum Teil sogar für 132 kV. Abb. 5 zeigt die gekapselte Innenraumschaltanlage für 66 kV im Werk Battersea, Abb. 6 eine Ansicht eines Schalters. Die Isolation der Sammelschienen und sonstigen Spannung führenden Teile besteht bei dieser Ausführung nicht aus Öl oder Vergußmasse, sondern aus bakelisiertem Papier, das nach Art der Kondensatordurchführungen gewickelt und mit Metallzwischenlagen versehen ist. Der Mantel dieser Kondensatordurchführungen ist mit Draht umwickelt; ihre Enden ragen in ölgefüllte Kammern. Das Ausfahren der Schalter erfolgt mit Hilfe eines Kranes.

Digitized by Google

Die Umgestaltung von Wanderwellen durch Koronaverluste.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule Dresden.)

Von Dipl.-Ing. F. Voerste, Dresden.

Übersicht. Es wird die Umgestaltung von Wanderwellen gezeigt, wenn ihre Rückenspannung oberhalb der Koronagrenzspannung der betr. Leitung liegt.

Durch die Messungen von Riepl[1] im 100 kV-Netz der A.-G. Sächsische Werke, wie auch durch diejenigen von Zdralek[2] an Leitungen des E. V. Gröba sind wir ganz gut im Bilde, wie Wanderwellen an Betriebsleitungen tatsächlich verlaufen. Es hatte sich ergeben, daß die Verflachung der Stirn in erster Linie durch die Isolatorenkapazität bewirkt wird, während für die Absenkung der effektive Leitungswiderstand maßgebend ist. Diese Aussagen gelten allerdings nur, solange die Spannung — wie es bei den genannten Versuchen der Fall war — unterhalb der Koronagrenzspannung bleibt.

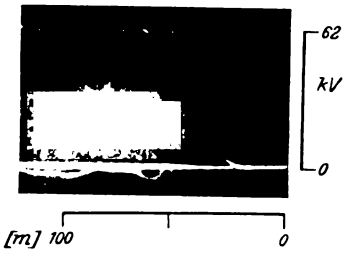


Abb. 1. Urwelle, praktisch unendlich langer Rücken.

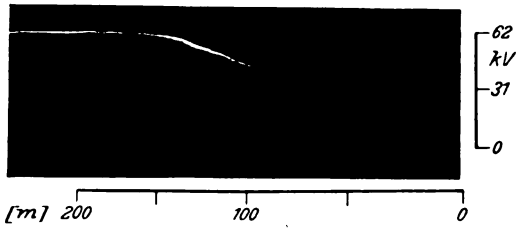


Abb. 2. Welle gemäß Abb. 1 nach 140 m Lauflänge ($U = 2\ U_C$).

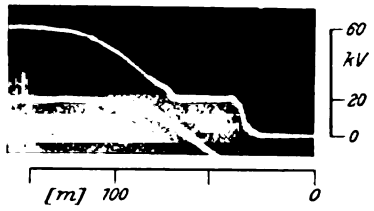


Abb. 3. Welle gemäß Abb. 1 nach 140 m Lauflänge ($U = 3\ U_C$).

Nachstehend sei über Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen berichtet, die das Ziel hatten, den Wellenverlauf für den Bereich oberhalb der Koronagrenzspannung klarzulegen.

Um nicht zu unbequem hohen Spannungen zu kommen und auch von äußeren Einflüssen unabhängig zu sein, wurden dünne Leitungen (0,2 mm und 0,4 mm Dmr.) innerhalb der Hochspannungshalle gezogen und so befestigt, daß die Tragstellen als praktisch kapazitätsfrei angesehen werden konnten. Die Leitung hatte Trennstellen, so daß Abschnitte von verschiedener Lauflänge benutzbar waren. Als Stoßwellen wurden zwei Arten verwendet:

Wellen mit praktisch unendlich langem Rücken.

Der Anfangsteil einer solchen Welle ist in Abb. 1 dargestellt. Nach einer Lauflänge von 140 m ergibt sich für eine Wellenspannung von $2 \cdot U_C$ (U_C = Koronagrenzspannung) eine verformte Welle gemäß Abb. 2 und für eine Wellenspannung von $3 \cdot U_C$ eine umgebildete Welle nach Abb. 3 (gilt für die dünnere Leitung). Der Teil unterhalb der Koronagrenzspannung bleibt, wie für eine Lauflänge von 140 m zu erwarten, unverändert in seinem Verlauf; der darüberliegende Bereich hat aber bereits eine starke Umgestaltung erfahren. Durch den Energieentzug aus der Welle, der zum Aufbau der Koronaentladung benötigt wird, macht sich im vorderen Wellenteile eine Spannungsabsenkung bis auf die Grenzspannung bemerkbar. Dann steigt die Welle stark verschliffen an, bis sie ihren ursprünglichen Rückenwert erreicht hat. Dieser Vorgang kann auch so dargestellt werden, als ob der Wellenteil oberhalb der Grenzspannung langsamer fortschreitet als der untere Teil. In Abhängigkeit von der Höhe der Überspannung ergab sich für den oberen Teil eine Geschwindigkeit von 50 ··· 70 % des Wellenteils unterhalb der Grenzspannung.

Wellen mit begrenzter Ausdehnung.

Der Rücken war — wie in Abb. 4 dargestellt — exponentiell abfallend und entspricht angenähert der Form der Wellen, wie sie durch Blitzschläge hervorgerufen werden. Der Verlauf solcher Wellen ist im wesentlichen durch Abb. 5 gekennzeichnet. Wie zu erwarten, muß oberhalb der Koronagrenzspannung sich eine starke Absenkung bemerkbar machen; sie ist aber bereits bei 140 m Lauflänge so weit gediehen, daß der ganze obere Teil bis auf die Koronagrenzspannung herab abgeschnitten erscheint. Aus verschiedenen Beobachtungen[3] wußte man zwar, daß die Koronaverluste eine erhebliche Dämpfung haben müßten, es ist aber doch überraschend, daß sie schon auf kurze Strecken eine so völlige Begrenzung der Wellenhöhe bis auf die Grenzspannung herab bewirken können. Es zeigte sich, daß die zur völligen Absenkung nötige Lauflänge ungefähr proportional dem Quadrat von U/U_C ist

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß für das Verhalten der Wellen streng zwei Bereiche hinsichtlich der Höhe der Spannung zu unterscheiden sind und daß auch

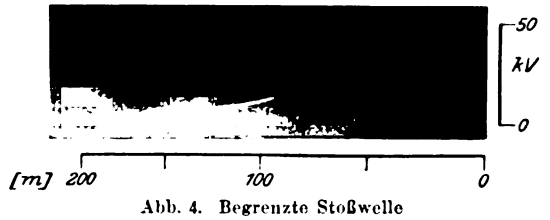


Abb. 4. Begrenzte Stoßwelle

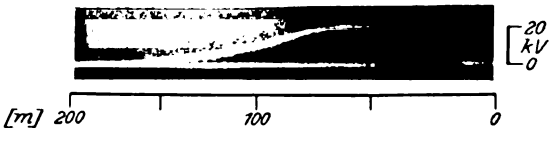


Abb. 5. Welle gemäß Abb. 4 nach 140 m Lauflänge.

nicht kurzweg von einer Dämpfung gesprochen werden kann, sondern mit einer Verformung der Wellen zu rechnen ist.

[1] Riepl, Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 416 (1927).

[2] Veröffentlicht in dem Buch: Binder, Die Wanderwellenvorgänge auf experimenteller Grundlage. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

[3] Vgl. a. Müller-Hillebrand, Über die Einwirkung von Gewittern auf elektrische Leitungen. Dissertation T. H. Berlin 1930.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter

Nr. 330.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist dem Städtischen Elektrizitätswerk in Hannover die Genehmigung erteilt worden als Elektrisches Prüfamt 21 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 300 A	500 V	im Amt und am Betriebsort
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 2000 A	30 000 V	im Amt
	„ 30 A	5 000 V	am Betriebsort

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 7. II. 1933, Reichsministerialblatt Nr. 4, 1933.)

Berlin-Charlottenburg, den 20. Februar 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Über das Anfahrverhalten des Kurzschlußmotors unter dem Einfluß der Rotoroberfelder. — Für 2···12polige Kurzschlußmotoren aller Stabzahlen werden Schemata angegeben, aus denen das Drehmomentverhalten infolge der unabhängig voneinander entstehenden Stator- und Rotoroberfelder wie auch das Auftreten von Rüttelkräften ersichtlich ist. Das Hackenbleiben des Motors im Stillstand wird untersucht und eine Konstruktion zur Kompensation der Oberwellenmomente und Rüttelkräfte angegeben. Der experimentelle Nachweis des Drehmomentverlaufs wird mit Hilfe einer besonders für diesen Zweck entwickelten Apparatur ermöglicht, die auf der Verwendung von piezoelektrischen Kristallen beruht. Aus der Klanganalyse wird nachgewiesen, daß je nach der Stabzahl nicht nur die Rüttelkräfte, sondern auch die Pendelmomente der Oberfelder die wesentliche Ursache des Maschinengeräusches sind. (H. Lund, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 811.)

Die Entwicklung des Elektromaschinen- und Transformatorenbaues in der UdSSR. — Die Zeitschriften „Elektritschestwo"[1], „Westnik Elektropromyschlennosti"[2] und die Zeitung „Technika"[3] veröffentlichen ein umfangreiches Material über die Entwicklung des Elektromaschinen- und Transformatorenbaues in der UdSSR in den letzten 4 Jahren. Diesen Veröffentlichungen entnehmen wir die nachstehenden Mitteilungen:

Asynchrone Motoren bis 100 kW.

Die Produktionssteigerung dieser Motoren ist aus folgender Zahlentafel zu ersehen:

	1927/28	1928/29	1929/30	1931
Anzahl der Motoren	22 000	53 190	99 981	185 560
gesamte Leistung in kW	175 000	313 000	577 000	1 070 000

Große Maschinen für Gleich- und Wechselstrom.

Von dem Bau eines ersten elektrischen Antriebes für eine Blockstraße wurde in ETZ 1932, S. 847, bereits berichtet.

In letzter Zeit ist ein Umformer, bestehend aus einem Asynchronmotor von 6600 V, 50 Per/s, 375 U/min, 10 500 kVA, und vier Gleichstrom-Generatoren von je 2250 kW, 350 ··· 500 V, fertiggestellt worden.

Turbogeneratoren.

Im Jahre 1928 wurde der erste 10 000 kW-Turbogenerator, im Jahre 1930 der erste 24 000 kW-Turbogenerator und Anfang 1932 der erste 55 500 kVA (1500 U/min) gebaut.

Die Produktion der Turbogeneratoren ist in folgender Zahlentafel zusammengestellt:

Jahr	Anzahl der Turbogeneratoren	Gesamtleistung kW	mittlere Leistung eines Generators kW
1927/28	26	75 359	2900
1928/29	35	137 267	3900
1929/30	57	185 970	3250

Generatoren für Wasserturbinen.

Von größeren Generatoren für Wasserkraftwerke wurden gebaut: 7000 kW-Generatoren (75 U/min) für Wolchowstroi 7400 kW-Generatoren (500 U/min) für Dsorages. Zur Zeit befindet sich bereits in Dneprostroi in Montage der erste von den 4 Generatoren, welche in der UdSSR gebaut werden sollten. Die Leistung dieses Generators beträgt 77 500 kVA, 13 800 V bei 88,2 U/min. Im Bau befinden sich 20 000 kW-Generatoren (75 U/min) für Swirstroi.

Transformatoren.

Die Produktionssteigerung der Transformatoren ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

Jahre	1922/23	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31
Gesamtleistung in kVA	40 513	76 459	199 465	259 962	316 992	403 186	79 066	1 525 299	3 182 395
mittlere Leistung eines Transf. in kVA	110	122	136	144	146	153	184	202	231

Im Jahre 1932 wurde ein Einphasen-Transformator mit künstlicher Luftkühlung für eine Leistung von 20 000 kVA, 115/35/6,6 kV und ein Lichtbogenofen-Transformator 600 kVA, 6300/26/24/22/20 V, 25 000 A fertiggestellt.

Da der Großmaschinenbau ausschließlich im Werk „Elektrosila" (Leningrad — früher SSW) erfolgt, und erst in diesem Jahr der Bau solcher Maschinen im neuen Turbinen- und Generatorenwerk in Charkoff in Angriff genommen werden soll, ist für die Entwicklung des Elektromaschinenbaues auch die folgende Leistungsteigerung dieses Werkes in den letzten Jahren maßgebend.

Produktion des Werkes Elektrosila

Gegenstände	1928/29 Leistung kW	1929/30 Leistung kW	1931 Leistung kW	1932 (Plan) Leistung kW
Normale Maschinen	71 022	99 640	300 318	363 009
Turbogeneratoren	137 267	185 970	518 851	1 208 580
große und mittlere Maschinen	383 724	359 800	422 878	417 496
Quecksilbergleichrichter	5 200	19 952	58 472	96 594

Für die Entwicklungsart des Elektromaschinenbaues ist noch von Interesse, daß man in den letzten Jahren in der UdSSR bestrebt ist, die Erzeugnisse der amerikanischen Elektroindustrie zum Vorbild zu nehmen. Es wird in den obengenannten Zeitschriften ausdrücklich betont, daß sowohl die neuen Typen der kleinen Motoren als auch der 55 600 kVA-Turbogeneratoren mit Wicklungen amerikanischer Bauart versehen sind, und daß der Transformatorenbau sich auf die Erfahrungen der GEC. stützt. Trotzdem jedoch der Bau von großen Turbogeneratoren und Maschinen bereits aufgenommen ist, müssen noch bis heute solche Teile wie die Rotoren der 24 000- bzw. 50 000 kW-Generatoren, die Wellen der 77 500 kW-Dneprostroi-Generatoren und teilweise auch das Statoreisenblech aus dem Auslande bezogen werden. *T. S.*

Apparate.

Gleichrichter zum Laden von Elektrokarren. — Die Siemens-Schuckertwerke haben einen Quecksilbergleichrichter zum selbsttätigen Hintereinanderladen von zwei Batterien entwickelt (Abb. 1), wobei die Bedienung sich lediglich auf das Anschließen der beiden zu ladenden Batterien und auf das Einschalten der beiden Pöhler-Schalter beschränkt. Sofort nach dem Einschalten beginnt die Aufladung der ersten Batterie mit Hilfe einer Ladedrosselspule. Wenn die Ladung der ersten Batterie beendigt ist, wird sie vom Gleichrichter abgeschaltet, und die zweite Batterie wird zugeschaltet. Nachdem auch diese geladen ist, wird die Gleichrichteranlage selbsttätig außer Betrieb gesetzt. Es ist natürlich auch möglich, mit dem Ladegerät eine einzelne Batterie zu laden.

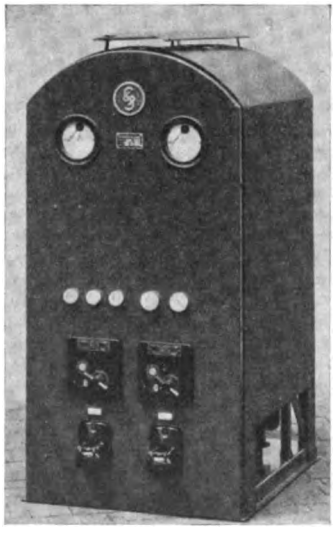


Abb. 1. Gleichrichter für selbsttätiges Hintereinanderladen von 2 Batterien.

[1] Elektritschestwo 1932, S. 973.
[2] Westnik Elektropromyschlennosti 1932, S. 7.
[3] Zeitung „Technika" vom 1. I. 1933.

Digitized by Google

Bei diesem Gerät kommt der neue Tauchzündungskolben der Firma zur Verwendung, der einen Fortschritt in der Zündeinrichtung von Glaskolben sowie eine Vereinfachung des Zubehörs für die Zündung darstellt. Der Zündvorgang wird auch hier ohne jede Bewegung des Glaskolbens eingeleitet. Die Zündung geschieht mit Hilfe eines im Ruhezustand in das Kathoden-Quecksilber eintauchenden Metallstabes, der im Augenblick des Einschaltens mittels einer Magnetspule aus dem Quecksilber gehoben wird, wodurch der Zündfunke entsteht. Da der Metallstab im Stromkreis dieser Spule liegt, unterbricht er den Strom in dem Augenblick, in dem er das Quecksilber verläßt, so daß die Zündimpulse äußerst rasch gegeben werden. Die Wirtschaftlichkeit dieses Ladegleichrichters ist ganz besonders gut, da die mit dem Glaskolben erreichten Brennstundenzahlen sehr groß sind. Man kann bei Glaskörpern dieser Größe mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von über 20 000 h rechnen. Die nach dem Prinzip des Wagnerschen Hammers ausgeführte Schaltung zeigt das Schema Abb. 2. Der Zündvorgang ist wie folgt: Nach Einschalten des Transformators fließt Strom im Zündstromkreis: *1* (Erregerwicklung) — *2* (Relaiskontakte) — *4* (Tauchspule) — *5* (Zündnadel) — *2* (Relaisspule) — *1*. Die Folge davon ist:

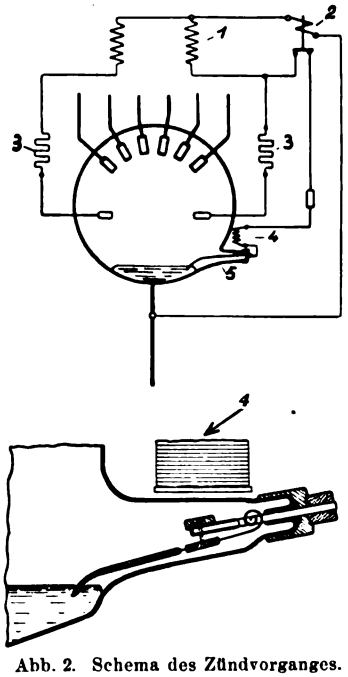


Abb. 2. Schema des Zündvorganges.

1. *5* wird angezogen, Unterbrechung des Zündstromes, Zündfunke;
2. Zünden des Gleichrichters, Fließen des Erregerstromes: *1*—*3* (Erregerwiderstände) —*2*—*1*;
3. *2* zieht an, unterbricht Zündstromkreis, *5* fällt ab.

Neben den bewährten Quecksilbergleichrichtern weisen auch die Trockengleichrichter der Firma eine ständig fortschreitende Entwicklung auf. Das Lebensalter derartiger Kupferoxydul-Gleichrichter ist außerordentlich hoch. Umfangreiche Lebensdauer-Untersuchungen haben sich bisher über 25 000 Betriebstunden erstreckt. Die guten Resultate gaben Veranlassung, ein derartiges Gleichrichtergerät ebenfalls zum Laden von Elektrokarrenbatterien erstmalig auszuführen. Die Unempfindlichkeit gegen Beschädigungen durch äußere Einflüsse lassen diese Gleichrichter als besonders geeignet für rauhe Betriebe erscheinen. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine einfache Neonröhre als Scheitelwertmesser für Hochspannung. — L. E. Ryall berichtet über die Durchbildung eines 150 kV-Scheitelspannungsmessers unter Verwendung einer mit Neon gefüllten Glimmröhre. Im Gegensatz zu Palm[1] findet Ryall, daß die Beobachtung des Löschens der Lampe wesentlich präziser ist als die des Zündens, und gibt eine Übereinstimmung von ± ¼ % an. Es wird eingehend über die Eichung berichtet, auch über Ergebnisse, aus denen hervorgeht, daß sich eine Genauigkeit von ± 1 % erreichen läßt. Die Vorschläge für die Kombination eines solchen Scheitelspannungsmessers mit der normalen Kugelfunkenstrecke oder mit einem elektrostatischen Voltmeter sind zwar sehr originell, die praktische Durchbildung dürfte aber auf einige Schwierigkeiten stoßen. Im allgemeinen weichen die Ergebnisse nicht viel von denen ab, die Palm seinerzeit gefunden hat. (L. E. Ryall, J. Inst. electr. Engr. Bd. 69, S. 891.) *Kth.*

[1] Palm, Z. techn. Physik Bd. 4, S. 233 (1923); ETZ 1926, S. 873.

Ein praktisches elektrisches Meßgerät mit Meßbereichwahl durch Drehschalter. — Die Firma Dr. S. Guggenheimer, Nürnberg, hat mit ihrem Tavo-Meßgerät ein Instrument in den Handel gebracht, dessen Hauptvorteil darin liegt, daß die verschiedenen Meßbereiche auf die einfachste und schnellste Weise mittels eines Drehschalters eingestellt werden. Es ist also unnötig, Drahtverbindungen zu ändern oder Widerstände auszuwechseln, die außerdem häufig verlegt zu werden pflegen.

Das Tavo-Meßgerät besteht aus zwei Teilen, die zur Messung aneinandergesteckt werden, dem Anzeigeinstrument und dem Avostat. Das Anzeigeinstrument (Größe 96 · 86 · 37 mm) ist ein empfindliches Drehspulgerät, das aperiodisch in der Anzeige und dessen Drehspulachse in Edelsteinen gelagert ist. Es besitzt Schneidezeiger, spiegelunterlegte Skala und Nullpunkteinstellung. Das Anzeigeinstrument kann für Gleichstrom, für Wechselstrom und für beide Stromarten geliefert werden, u. zw. für Strom- und Spannungsmesungen. Im letzten Falle trägt es drei Skalen, von denen Skala I für die Messung von Gleichspannungen und Gleichströmen, Skala II für die Messung von Wechselspannungen und Skala III für die Messung von Wechselströmen bestimmt ist. Der Avostat besteht aus einem Kasten (Größe 96 · 86 · 37 mm), der an das Anzeigeinstrument angesteckt wird. Er enthält die Vor- und Nebenwiderstände für die verschiedenen Meßbereiche und bei Instrumenten, die für Wechselstrommessungen bestimmt sind, ein Thermoelement (oder einen kleinen Trockengleichrichter), das den Wechselstrom für die Messung in Gleichstrom umformt. In der Mitte befindet sich der Drehschalter. Ferner sind bei manchen Typen noch am Rand Umschalter in Druckknopfform angebracht, die beim Übergang von Gleich- auf Wechselstrom und von Strom- auf Spannungsmessungen betätigt werden müssen. Schließlich ist eine leicht auswechselbare Sicherung eingebaut, die bei zu starker Überlastung das Instrument

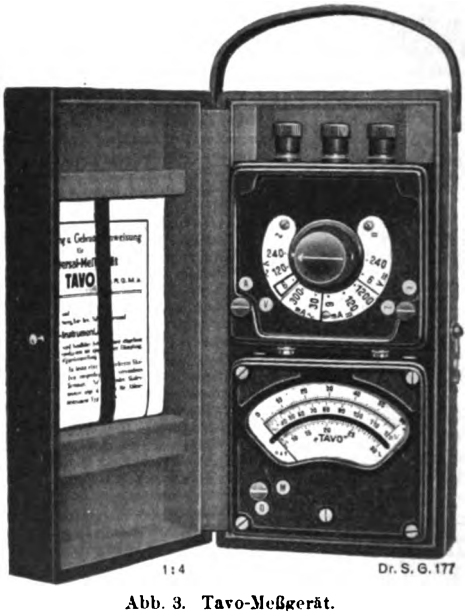


Abb. 3. Tavo-Meßgerät.

vor Beschädigung schützt. Auf Wunsch kann der Avostat auch für Hochfrequenzmessungen eingerichtet werden. Ein Avostat kann bis zu 10 Meßbereiche enthalten. Sind noch mehr Meßbereiche erforderlich, muß ein weiterer Avostat verwendet werden. In Abb. 3 ist ein Tavo-Meßgerät für folgende Meßbereiche dargestellt: Wechselstrom 0 ··· 6, 0 ··· 120, 0 ··· 240 V; 0 ··· 30, 0 ··· 300 mA; Gleichstrom 0 ··· 6, 0 ··· 240 V; 0 ··· 6, 0 ··· 120, 0 ··· 1200 mA. *J. Pr.*

Beleuchtung.

Das Flimmern von Glühlampen bei Wechselstrom. — Eine Untersuchung von W. Arndt[1] behandelt die physiologische Wahrnehmbarkeit des Flimmerns von Glühlampenlicht bei Wechselstrom verschiedener Periodenzahl. Es wurde festgestellt, wie die Wahrnehmbarkeitsgrenze des Flimmerns von der Beleuchtungstärke (bzw. der Adap-

[1] Vortrag in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft vom 24. 1. 1933.

Digitized by Google

tationsleuchtdichte) und der Lampentype abhängt. Die Versuchsanordnung bestand aus einem kleinen Raum mit weißen Wänden (Reflexionsvermögen 75 %), dessen diffuse Beleuchtung durch über einer Transparentdecke aufgehängte Glühlampen erfolgte. Es wurden normale Glühlampen von 25 ··· 1000 W, 110 V, verwendet, die Frequenz des Wechselstromes wurde in den Grenzen 10 ··· 60 Per/s geändert. Da die Empfindungsgeschwindigkeit der an der Netzhautperipherie liegenden Stäbchen größer ist als die der zentral gelegenen Zäpfchen, tritt das Flimmern bei Wechsel der Blickrichtung am deutlichsten in Erscheinung. Da das Sehen mit wechselnder Blickrichtung auch am meisten den Bedingungen der Praxis entspricht, wurde das Auftreten des Flimmerns bei dieser Art der Beobachtung bestimmt.

Bei Ermittlung der Grenzfrequenz, bei der für eine bestimmte Lampentype und Beleuchtungstärke das Flimmern aufhört, ergab sich, daß die Wechselstromfrequenz um so niedriger sein kann, je größer die Lampentype (Wärmeträgheit) und je niedriger die Beleuchtungstärke ist. Die Grenzfrequenz betrug beispielsweise bei 50 Lux für die 25 W-Lampe 33 Per/s, bei der 500 W-Lampe 22 Per/s und bei der 1000 W-Type 20 Per/s. Als Gesamtergebnis wurde festgestellt, daß bei den hier untersuchten Lampen von 25 ··· 1000 W, 110 V, die Flimmergrenze zwischen 20 und 35 Per/s liegt.

Eine zweite Versuchsreihe umfaßte den Einfluß des Flimmerns auf die Formenempfindungsgeschwindigkeit des Auges. Hierbei waren folgende Sehaufgaben zu lösen: das Lesen von 12stelligen Zahlen bei kurzzeitiger Exposition, das Durchzählen von Bündeln weißer Zwirnsfäden sowie von Feldern eines weißen groben Gazegewebes. Die Beleuchtungstärke auf der weißen Adaptationsfläche (Reflexion 75 %) betrug 150 Lux. Das Ergebnis dieser Versuche zeigte, daß bei der 25 W-Lampe der Einfluß des Flimmerns auf die Formenempfindungsgeschwindigkeit bei etwa 35 Per/s, bei der 300 W-Lampe bei etwa 25 Per/s beginnt. Dieses Ergebnis bestätigte also die erste, auf ganz andere Weise durchgeführte Versuchsreihe. Der Einfluß des Flimmerns auf die Formenempfindungsgeschwindigkeit ist verhältnismäßig gering; selbst bei der im Bahnbetrieb verwendeten Frequenz von 16⅔ Per/s und der kleinsten hier verwendeten Lampentype von 25 W wird die Empfindungsgeschwindigkeit nur um etwa 7 % herabgesetzt. Die Tatsache, daß das Arbeiten in einem mit periodisch schwankendem Licht beleuchteten Raume auf die Dauer unerträglich ist, hat ihre Ursache also nicht in einer erheblichen Herabsetzung der Sehfähigkeit, sondern ist in erster Linie eine psychologische Wirkung. (W. Arndt, Vortrag Dt. Beleuchtungstechn. Ges., Jan. 1933.) *Frh.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Streckenimpedanz und Schienenstrom bei Einphasenbahnen[1]. — Bei Einphasenbahnen fließt ein wesentlicher Teil des Fahrstromes (die Hälfte, auch mehr) nicht durch die Schienen, sondern durch die Erde zum speisenden Werk zurück. Dieser Umstand ist von den Fernmeldetechnikern seit langem erkannt worden, weil gerade der durch die Erde zurückfließende Teil des Fahrstromes für die Beeinflussung benachbarter Fernmeldeleitungen maßgebend ist. Soweit sich aus der Literatur entnehmen läßt, hat man aber bei der Projektierung solcher Bahnen wenig darauf geachtet, daß mit der Verteilung des Rückstromes auf Schienen und Erde eine Verminderung des Verlustwiderstandes verbunden ist, die sich besonders bei großen Speiselängen bemerkbar machen wird.

H. Forwald trägt theoretisches und in großem Umfange Erfahrungsmaterial hierüber zusammen. Zahlreiche Messungen an Einphasenbahnen in Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz, deren Ergebnisse von den Bahnverwaltungen zur Verfügung gestellt wurden, zeigen übereinstimmend, daß für längere Strecken (20 km und mehr) die gemessene Impedanz des Stromkreises Fahrleitung—Schienen nur 70 bis 75 % des Wertes beträgt, den man unter Annahme eines Rückstromverlaufes nur in den Schienen berechnet. Der Unterschied wird natürlich um so größer, je geringer der Anteil des Fahrdrahtes selbst an dem Widerstand ist. Die Ursache liegt bekanntlich darin, daß der Übergangswiderstand Schienen—Erde, auch bei schlecht leitendem Erdreich, wesentlich kleiner ist als die Impedanz einer längeren Gleisstrecke. Geologische Unterschiede machen sich bei längeren Strecken kaum bemerkbar. Durch Anbringung von Schienenlängsverbindern wird einerseits die Gleisstrecke, die für den Übergang des Stromes aus den Schienen in die Erde in Frage kommt, ausgedehnt, der Streuwiderstand also vermindert; anderseits werden aber der induzierte Schienenstrom und die dadurch erzeugten Verluste zunehmen. Beide Effekte gleichen sich einigermaßen aus; bei langen Strecken kann der Verlustwiderstand mit Schienenverbindern höher sein als ohne solche.

Bei Messungen an kurzen Strecken werden die Verhältnisse wesentlich unübersichtlicher, gelegentlich ist sogar der gemessene Widerstand höher als der berechnete, vermutlich infolge hoher Übergangswiderstände in den Schienenstößen. Praktisch hat das wenig Bedeutung, weil bei derart kurzen Strecken der Spannungsabfall keine wesentliche Rolle spielt. Bei Bahnen mit Saugtransformatoren liegen die Verhältnisse völlig anders, weil hier der Strom vollständig durch die Schienen — oder die besondere Rückleitung — zurückfließt. Die gemessenen Werte sind hier infolge des Spannungsabfalls in den Saugtransformatoren stets etwas höher als die berechneten. (Elektr. Bahnen 1932, S. 77 u. 111, auch Bull. Oerlikon 1932, S. 713 u. 721.) *kl.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 656.

Fernmeldetechnik.

Nebensprechstörungen in Fernsprechkabeln. — Im Anschluß an die theoretischen Betrachtungen von H. Schiller[1] über die durch die Drallverhältnisse bedingten Nebensprechstörungen hat H. Feiner Untersuchungen über die sich aus der Theorie ergebenden periodischen Schwankungen der Kopplungswerte innerhalb eines DM-Vierers vorgenommen. Er hat bestätigt, daß sich die kapazitive und magnetische Kopplung eines DM-Vierers in Abhängigkeit von der abgeschnittenen Länge periodisch gemäß der Länge des Kopplungsabschnittes ändert. Durch Messung von DM-Vierern mit verschieden langen Kopplungsabschnitten hat er ermittelt, daß die Größe der Schwankungen mit dem Kleinerwerden des Kopplungsabschnittes abnimmt. Dann wurde an einigen Versuchsvierern in Sternverseilung der Einfluß von verschiedenen Fabrikationsfehlern (Aderstärke, Aderbremsung, Farbenkennzeichnung) auf die Kopplungen untersucht. Hierdurch kann das Auftreten von k_2- und k_3-Kopplungen erklärt werden, die k_1-Kopplungen werden durch diese Einflüsse nur wenig berührt. (H. Feiner, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9, S. 412 [RPZ.]). *Mts.*

Das Nebensprechen als Reflexionserscheinung. — An Stelle der kapazitiven und induktiven Kupplungen, die das Nebensprechen hervorrufen, führt K. Ohashi „Nebensprechfaktoren" ein, die aus den gegenseitigen Reflexionsfaktoren und Übertragungsfaktoren zusammengesetzt sind. Diese Reflexionsfaktoren werden aus Leitungsgleichungen bei Annahme von Reihenimpedanz-Unsymmetrien und Querleitwert-Unsymmetrien bestimmt. Sie ergeben sich als Produkte aus den Wellenwiderständen und Teilkapazitäten. (K. Ohashi, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 9, S. 346 [RPZ.].) *Mts.*

Ein neuer Münzfernsprecher. — Ein neuer Münzfernsprecher der Firma Siemens & Halske für den Anschluß an Selbstanschlußämter eignet sich zur Verwendung in solchen Fällen, in denen der Inhaber seinen Fernsprechanschluß gegen Entgelt zur Verfügung stellt, wie es z. B. in Gaststätten und Kaufhäusern der Fall ist. Er macht infolge seiner Bauart jede Überwachung unnötig und hilft unangenehme Auseinandersetzungen vermeiden, insbesondere weil er die eingeworfene Gebühr erst nach dem Herstellen der Verbindung vereinnahmt und sie andernfalls zurückgibt. An sich läßt sich dieser Münzfernsprecher für jede Währung und auch jede Gebühr einstellen, wobei diese nach Belieben auch in verschiedenen Münzsorten (z. B. in 5 Pf- und 10 Pf-Stücken) eingeworfen werden kann. In Deutschland läßt jedoch die Reichspost, die diese Apparate gegen eine Mietgebühr zur Verfügung stellt, nur eine Einstellung auf eine Gebühr von 10 Pf zu, die nach Belieben in einer oder in zwei Münzen einzuwerfen ist. Das eingeworfene Geld gelangt über einen Münzprüfer, der Münzen abweichender Größe und z. B. eiserne ausscheidet, zunächst in den Bereich eines oder mehrerer Fühlhebel, die nur bei Vorhandensein der Münzen die Stromstoßabgabe zum Amt freigeben, im andern Falle jedoch den Wählscheibenkon-

[1] Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, Nr. 3, S. 114 (1931), und ebenda Bd. 9, Nr. 3, S. 81 (1932).

Digitized by Google

takt kurzgeschlossen halten. Wenn durch die Wähler im Amt die Verbindung hergestellt ist, so ist zunächst eine Verständigung dadurch verhindert, daß dem Mikrophon-Stromkreis durch je einen Parallel- und Reihenwiderstand der Strom entzogen ist. Diese Widerstände sind so bemessen, daß das Amtszeichen und das Melden des Gerufenen zu vernehmen sind. Um die Widerstände auszuschalten, muß bei der Type mit Kassierknopf dieser gedrückt werden, wodurch gleichzeitig das Geld in die Kassette befördert wird; kommt die Verbindung nicht zustande, so läßt das Anhängen des Hörers die Münzen an der Rückgabeöffnung wieder herauskommen. Es geschieht das durch Erregen eines Sperrmagneten, der beim Auslösen der Verbindung im Amt wieder abfällt. Während sich diese Ausführung mit Kassierknopf als Hauptanschluß und als Nebenstelle schalten läßt, ist eine andere Type mit selbsttätiger Kassiervorrichtung nur als Hauptanschluß zu gebrauchen. Bei dieser wird ein Kassiermagnet zugleich mit dem Zählermagneten im Amt erregt, was bekanntlich ein Zeichen dafür ist, daß der andere Teilnehmer ebenfalls seinen Hörer abgenommen hat. Der neue Münzfernsprecher läßt sich auch anrufen, wobei der Wecker in einem besonderen Gehäuse untergebracht wird. Bei der Ausführung mit Kassierknopf ist dieser zu drücken. *Jkl.*

Abb. 4. Münzfernsprecher.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Mechanische Modelle zur Untersuchung von elektrischen Stabilitätsfragen. — Ein elektromagnetisches System ist stets durch ein mechanisches Modell darstellbar, wenn nur für letzteres dieselben Gleichungsansätze gelten wie für das nachzubildende System. Wenn die Elektrizitätsmenge im mechanischen Modell durch eine lineare Bewegung dargestellt wird, entspricht die Spannung einer Feder der elektrischen Spannung und ihre Elastizität der Kapazität. Eine Selbstinduktivität L wäre entsprechend durch eine Masse m abzubilden, deren kinetische Energie $\frac{1}{2} m v^2$ der elektromagnetischen Energie $\frac{1}{2} L i^2$ gleichzusetzen wäre. Die gegenseitige Induktivität zwischen 2 Kreisen sowie Reihen- und Parallelschaltungen können unter Zuhilfenahme von Hebeln, Lenkern oder Differentialgetrieben u. dgl. nachgebildet werden. Der Ohmsche Widerstand wäre gleichbedeutend mit einer der Geschwindigkeit v verhältnisgleichen Reibung.

Eine mehrphasige symmetrische Leitung oder ein Umspanner nach dem Schema der Abb. 5 besteht im mechanischen Modell aus Federn, die nach Abb. 6 oder 7 zusammen mit den die Induktivitäten darstellenden Massen angeordnet werden. Wird das elektrische Vorbild von sinusförmigem Wechselstrom durchflossen, so muß sich das mechanische Modell um einen Mittelpunkt mit der Winkelgeschwindigkeit ω drehen. Die Abstände der einzelnen Glieder des Modells vom Drehpunkt sind entsprechend den an den einzelnen Netzpunkten erforderlichen Elektrizitätsmengen zu wählen und sind gleichbleibende Größen. Die Ströme ergeben sich aus den Geschwindigkeiten und die Spannungen bzw. elektromotorischen Kräfte aus den mechanischen Kräften. Das erste Kirchhoffsche Gesetz ist zwangläufig durch den Zusammenhalt der mechanischen Modellglieder erfüllt. Nach dem zweiten Kirchhoffschen Gesetz müssen alle Kräfte an einem Knotenpunkt des mechanischen Modells im Gleichgewicht sein. Es entspricht nämlich eine Masche des elektrischen Netzes einem Knotenpunkt des Modells und umgekehrt ein Knotenpunkt des Netzes einer Masche des Abbildes. Eine Schwierigkeit bei der Darstellung der Kapazitäten besteht darin, daß die Federn eine Länge Null für eine mechanische Spannung Null haben müßten. Man kann diese Schwierigkeit umgehen, wenn man dem bisher ebenen Modell noch einen dritten Freiheitsgrad gibt, indem man Bewegungen in einer zu der Ebene senkrechten Achse zuläßt.

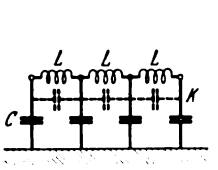
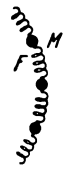
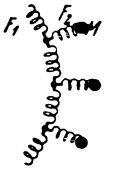


Abb. 5. Schema einer symmetrischen Mehrphasenleitung oder einer Umspannerwicklung mit verteilter Selbstinduktion (L) u. Kapazitäten (C, K).



M Masse entspr. L
F Feder entspr. C

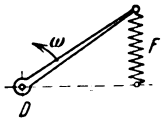
Abb. 6. Mechanisches Modell der Leitung nach Abb. 1.



M Masse entspr. L
F_1, F_2 Federn entsprech. C bzw. K

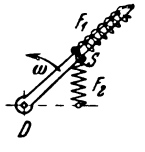
Abb. 7. Mechanisches Modell einer Umspannerwicklung nach Abb. 1.

Der Hauptnachteil der beschriebenen Modellform ist die Vertauschung von Maschen und Knotenpunkten im Netz und im Modell. Ferner sind gerade die im elektrischen Netz wichtigen Spannungen im Modell durch die schlecht meßbaren Kräfte dargestellt. Auch die elektrischen Flüsse, die gerade bei Maschinen erhöhtes Interesse beanspruchen, sind in diesem Modell schlecht zu messen. Ein hydraulisches Modell würde zwar manche dieser Nachteile nicht aufweisen, aber zu umständlich aufzubauen sein. Die Trägheit der Flüssigkeit würde die Eigeninduktivität, die Elastizität der Gefäßwände und die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeit die Kapazitäten abbilden.



F Feder entspr. der Gesamtinduktivität
D Drehpunkt

Abb. 8. Mechanisches Modell einer Synchronmaschine.



S Schieber
F_1, F_2 Federn entspr. der Längs- u. Querinduktivität
D Drehpunkt

Abb. 9. Mechanisches Modell einer Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen.

Nun läßt sich aber die erste Modellform in eine reziproke Form überführen, in der die Wege nicht mehr den Elektrizitätsmengen, sondern dem Integral der Spannung über die Zeit (gleichbedeutend mit einem Fluß) entsprechen. Die Ströme sind darin den mechanischen Kräften verhältnisgleich. Die mechanische Arbeit entspricht jetzt der elektromagnetischen Energie; Induktivitäten werden durch die Elastizität und Kapazitäten durch Massen dargestellt. Bei dieser Modellart sind Maschen und Knotenpunkte nicht vertauscht. Eine Leitung hat im Modell dasselbe Aussehen wie Abb. 6, nur daß die Federn jetzt Induktivitäten und die Massen Kapazitäten bedeuten. Die Ableitung kann durch Einsetzen des ganzen Modells in eine Flüssigkeit wiedergegeben werden. Dagegen ist die Abbildung eines Leitungswiderstandes nicht möglich. Da man aber oft den Ohmschen Widerstand gegenüber den Blindwiderständen vernachlässigt, ist dieser Nachteil nicht allzu schwerwiegend.

Eine Übertragung zwischen zwei Synchronmaschinen, deren innere Blindwiderstände vernachlässigt werden können, wird durch zwei um eine Achse drehbare Kurbelarme (entsprechend den elektromotorischen Kräften der Syn-

Digitized by Google

chronmaschinen) abgebildet, deren Enden durch eine Feder (Leitungsinduktivität) verbunden sind.

Unter Verwendung einer kinematographischen Aufnahmeeinrichtung bei Untersuchungen des Modells[1] lassen sich nicht nur die Verhältnisse im Dauerzustand, sondern auch beim Anlauf erfassen. Unsymmetrische Verhältnisse, wie sie bei einphasigen Fehlern auf der Leitung vorliegen, lassen sich unter Zuhilfenahme des Rechenverfahrens mit symmetrischen Koordinaten ebenfalls an einem solchen Modell verfolgen.

Eine Synchronmaschine läßt sich durch ein Modell nach Abb. 8 darstellen. Die Länge des Kurbelarmes entspricht der Erreger-AW-Zahl, die Feder der gesamten Induktivität der Maschine. Der Einfluß der Sättigung bleibt dabei außer Betrachtung. Mit dem freien Ende der Feder wird entweder das Modell eines Netzes oder einer Übertragungsleitung verbunden. Eine Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen würde nach Abb. 9 darzustellen sein. Die Feder ist unterteilt. Der eine Teil kann auf dem Kurbelarm reibungslos gleiten. Durch die Unterteilung wird der Einfluß des Längs- und des Querfeldes auf die Induktivitäten nachgeahmt. Die Einflüsse der Sättigung und eines Dämpferkäfigs lassen sich durch einige Kunstgriffe berücksichtigen. Auch eine Asynchronmaschine kann mit denselben Modelleinzelteilen abgebildet werden. (M. Darricus, Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 9, S. 794.) *Gd.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Die neue 22 atü-Dampfkraftanlage des Kraftwerkes Engerthstraße der Wiener städt. Elektrizitätswerke. — Nach einem Bericht von Ing. F. Siedle, Wien, sind die Umbauarbeiten im Kraftwerk Engerthstraße der Wiener städt. Elektrizitätswerke Ende 1931 beendet worden. Der Betrieb erfolgt nunmehr mit 4 Strahlungskesseln von 22 atü und 400 ° C mit zusammen 200 t maximaler stündlicher Dampfleistung und 2397 m² Kesselheizfläche sowie mit einer neuen 20 000 kW-Dampfturbine und einer umgebauten älteren 15 000 kW-Dampfturbine. Die vier Steilrohrkessel sind mit Speisewasser- und Luftvorwärmer sowie mit Plutostokerfeuerungen ausgerüstet, um inländische Braunkohle verwenden zu können.

Die zunächst ungekühlten bzw. nur teilweise mit Kühlrohren ausgekleideten Feuerräume der beiden zuerst in Betrieb gekommenen Kessel mußten nach kurzer Betriebszeit wegen der Beschädigungen des ungeschützten Schamottemauerwerkes und der Hängedecken umgebaut werden. Bei dem Zweitrommelkessel wurden die seitlichen Kühlrohre durch Anschweißen bis in Rosthöhe verlängert, während bei dem Dreitrommelkessel durch Umbau des in den Feuerraum hineinragenden Zündgewölbes und der Feuerbrücke der so gewonnene Platz mit Kühlrohren ausgekleidet wurde. Bei den beiden zuletzt aufgestellten Kesseln wurden noch zusätzlich seitliche Kühlregister eingebaut und außerdem die rückwärtige Feuerbrücke durch Umkleidung mit Kühlrohren geschützt. An einem der letzteren Kessel ergaben Versuche, die mit Braunkohle von 2 ··· 40 mm Körnung und einem unteren Heizwert von 4153 kcal durchgeführt wurden, einen Wirkungsgrad von 85,8 % bei einer Rostbelastung von 181 kg/m² h und bei einem CO_2-Gehalt von 12 %. Die auf 0 ° C und 640 kcal bezogene Verdampfung betrug hierbei 5,57 und die Temperatur der vorgewärmten Luft 140 ° C.

Die neu zur Aufstellung gekommene 20 000/25 000 kW-Turbine ist als Zweigehäuse-Kondensationsturbine mit zweifach — ungesteuerter — Entnahme für Speisewasservorwärmung ausgebildet. Der durch Versuch festgestellte Kupplungswirkungsgrad betrug bei einer Belastung von 20 000 kW 82,4 % bezogen auf den Dampfzustand vor dem Einlaßventil von 21 ata und 361 ° C, wobei die Kühlwassertemperatur 11 ° C betrug. Die Turbine kann auch mit Dampf von 11 atü aus der alten Kesselanlage betrieben werden, wobei sie eine Leistung von 15 000 kW erreicht.

Die Strahlungskessel wurden von den Wiener Firmen Paukerwerk AG., Floridsdorfer Lokomotiv-Fabriks-AG. und Simmeringer Maschinen- und Waggonbaufabriks-AG. und die Dampfturbine durch die Paukerwerk AG. von der Ersten Brünner Maschinen-Fabriks-Ges. in Brünn geliefert. (F. Siedle, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 602.) *Fgp.*

Verschiedenes.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband. — Auf der Hauptversammlung des Verbandes in Berlin am 30. XI. 1932 sprach Prof. N. Holz, Aachen, über „Erfahrungen und Betrieb skandinavischer Wasserkraftwerke mit besonderer Berücksichtigung der Werke in Südschweden". Die Wasserverhältnisse sind auf der skandinavischen Halbinsel infolge des hohen Regenanfalls, im norwegischen Westgebiet bis mehr als 3000 mm Regenhöhe, wie der vielen hochgelegenen großen Seen, die vorzügliche Speicher für Wasser und Wärme sind, sehr günstig zur Energieerzeugung. Der Abfluß schwankt gering und beträgt z. B. beim Wänernsee in Schweden 1 : 3 gegen 1 : 1000 im deutschen Mittelgebirge. Günstige Ausbaumöglichkeiten bestehen für 19 Mill PS, von denen 3 Mill PS ganz oder annähernd ausgebaut sind. Infolge günstiger Naturlage erforderte der Ausbau etwa 100 RM/PS gegen 1500 RM/PS in Deutschland zu gleicher Zeit. Als ausbauwürdig dürfte eine Wasserkraft nur bis 1200 RM/PS Baukapital anzusehen sein. Der Ausbau der Seen als Speicher erforderte vor dem Kriege nur $^1/_{10}$ Pf/m³ Stauraum gegen 10 Pf/m³ bei der Urftalsperre. In Hengstey stellten sich die Ausbaukosten des Beckens zu 10 RM/m³ Stauraum. Mehrere Wasserkraftwerke liegen über dem Polarkreis, so das Kraftwerk Porjus, das 55 m Gefällhöhe hat und völlig mit Zu- und Abfluß in den Berg zum Schutz gegen Eisschwierigkeiten gelegt ist. Nur das Wehr liegt im Freien. Das Kraftwerk Trollhättan mit 32 m Gefälle und 120 000 PS ist das einzige Werk, bei dessen Anlage noch anderen wasserwirtschaftlichen Fragen wie der Schiffahrt Rechnung getragen worden ist.

Die Entwicklung der schwedischen Wasserwirtschaft hat auch andere Industrien wie die Bau-, Wasserturbinen- und elektrische Industrie gefördert. Die Frage der Dauerhaftigkeit des Betons, der jahrzehntelang dem Wasserdruck standzuhalten hat, wird lebhaft verfolgt. Der Beton der Staumauer muß vor allem dicht gemacht werden, damit Wasser nicht eindringen kann. Staudämme sind weniger eine Form- als eine Materialfrage. Die schwedische Wasserturbinen-Industrie hat sich frühzeitig der Kaplanturbine zugewendet. Schon vor 10 Jahren wurde die erste Kaplanturbine mit 10 000 PS gebaut. Für das im Bau befindliche Werk in Vargön werden jetzt Kaplanturbinen von je 45 000 PS zur Aufstellung gelangen. Im Wirkungsgrad der Turbinen ist man bis auf 93 % angelangt. Eine brennende Frage in Schweden ist der geographische Kraftausgleich von Norden nach Süden über eine elektrische Hauptleitung, um dem verschiedenen Wasseranfall in den einzelnen Landesteilen zu begegnen und die elektrische Energie nach Bedarf verteilen zu können. Eine zweite Frage ist der Spitzenausgleich, wozu als gutes Mittel die Einführung des kW-Jahres mit bestimmtem Anschlußwert in Vorschlag gebracht ist.

Den Süden Schwedens bedient die Südschwedische Kraft AG. mit ihren Kraftwerken am Flusse Lagan, der bei Laholm ins Kattegat mündet (zus. 110 000 PS), mit einigen kleineren Wasser- und Dampfkraftwerken (zusammen 70 000 PS) und mit Austauschstrom aus den Dänischen Dampfkraftwerken auf der Insel Seeland, wozu bei Helsingborg-Helsingör Seekabel von 50 000 V verlegt sind. In dieser Art verfügt die Gesellschaft heute über 210 000 PS (140 000 Wasser + 70 000 Dampf) für das Versorgungsgebiet von SW nach NO über 400 km Länge mit Malmö als größter von den 5 Städten in diesem. Die Hauptverteilungsleitung führt 132 kV. Die jährliche Erzeugung aus eigenen Werken beträgt heute 500 Mill kWh. Die noch freien Wasserkräfte Südschwedens ermöglichen eine Steigerung bis etwa 1 Mrd kWh. Die 7 Kraftwerke am unteren Lagan (44 km) mit den Namen: Majenfors, Knäred, Skogaby, Karsefors, Laholm verwerten die untersten 88 m Gefälle des Flusses, der hier 65 ··· 75 m³ Mittelwasser hat, das sich über ½ Jahr erstreckt, während sich deutsches Mittelwasser nur über ⅓ Jahr ausdehnt. Das größte Werk Karsefors hat 26 m Gefälle und 2 Turbinen von je 22 000 PS. Im Werk Laholm, das im Juli v. J. in Betrieb kam, hat man bei 8,5 m Gefälle nur eine Kaplanturbine mit 16 000 PS aufgestellt, um einen um 1 % besseren Wirkungsgrad gegen Aufstellung von 2 Turbinen zu erhalten. Beachtenswert ist für die Ausnutzung der Wasserkraft des Laganflusses, daß durch den Zubau von Werken die ausgenutzte Wassermenge von 65 auf 80 und jetzt auf 173 m³/s gestiegen ist, während anderseits die Turbinenzahl in den Werken ständig abgenommen hat. Bedeutend unterstützt wird die Kraftwirtschaft am Lagan durch eine Seenplatte von 408 km², die etwa 140 m über Meer liegt. Die Werke dienen auch dem Schutz gegen Hochwassergefahr und werden auch den elektrischen Strom für die Bahnstrecke Malmö—Stockholm liefern. *Pge.*

Die Tagung der A- u. Z-Stelle[1]. — Die Auskunfts- und Zentralstelle für Leiter und Dezernenten des Feuerschutz-

[1] Griscom, Electr. J. Bd. 23, S. 230 (1926). Bergvall u. Robinson, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47, S. 419 (1928).

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 944.

Digitized by Google

und Sicherheitsdienstes industrieller Unternehmer (A- u. Z-Stelle), der über 170 der größten Konzerne, Werke und Behörden Deutschlands angeschlossen sind, hielt am 26. und 27. IX. 1932 ihre Tagung in Essen und Köln ab, um die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete des Feuerschutzes, Sicherheitsdienstes, Gas- und Luftschutzes für die industriellen Werke auszutauschen. Obering. Voigt hielt einen Experimentalvortrag über den optischen Raumschutz mit unsichtbaren Strahlen und über Geräuschmeldeanlagen. Die Schwierigkeit der Bekämpfung von Bergehaldenbränden und die dabei auftretenden Gefahren erläuterte Branddirektor Korsch an einer Reihe von Beispielen aus der Praxis. Über die Ölvorkommen im Kaligebiet, über die Gefahren der hierbei entstehenden Brände und über interessante Bekämpfungen derartiger Brände unter Zuhilfenahme von Stickgasen, Kohlensäure, Kohlensäureschnee usw. berichtete Branddirektor Stein. An einer längeren Aussprache über akute Fragen des zivilen Luftschutzes und insbesondere des industriellen Luftschutzes beteiligten sich Major von Düring, Prof. Henne, Dr. Smolczyk und Branddirektor Lucke. Über praktische Erfahrungen im Eigentumschutz und Sicherheitsdienst, über den Werksermittlungsdienst, über Verwendung von Hunden im industriellen Bewachungsdienst, über die Gefahren und die Sicherung bei Geldtransporten der Werke fand nach den Referaten von Peschke, Kutzi und Bücking sowie weiteren Ausführungen Dr. Nergers ebenfalls eine längere Aussprache statt. Über den Gasschutz und über die praktische Anwendung referierte Dr. Stampe, dessen Ausführungen von Dr. Stoltzenberg ergänzt wurden. Das Problem der Sicherheit in Kraftfahrzeug-Reparaturwerkstätten und Garagen, insbesondere unter Berücksichtigung der Heiz- und Feuerungsanlagen, wurde durch Branddirektor Wagner erläutert.

Am zweiten Tage fanden Besichtigungen und Vorführungen statt. *of*.

AUS LETZTER ZEIT.

Neue 60 kV-Leitung in Ostpreußen. — Voraussichtlich Mitte Mai wird die Ostpreußenwerk AG., Königsberg, mit der Errichtung einer 60 kV-Einfachleitung von Allenstein nach Rastenburg beginnen. Die Arbeitsbeschaffung durch diese Anlage ist für Ostpreußen recht bedeutsam. Die 60 km lange Linie wird mit Eisengittermasten im mittleren Abstand 200 m, 3 · 50 mm² Cu-Seil, Vollkern-Motorisolatoren und Spezialklemmen ausgerüstet werden, letztere im Hinblick auf Seilschwingungen.

Der elektrowirtschaftliche Zusammenschluß Mecklenburg-Brandenburg. — Kürzlich wurde die neue 100 kV-Leitung, die das Braunkohlen-Großkraftwerk Finkenheerd der Märkischen Elektricitätswerk AG. über Finow—Waren—Güstrow mit der Stadt Rostock verbindet, durch einen offiziellen Festakt eingeweiht. Die Inbetriebnahme der Leitung ist bereits vor kurzem vollzogen.

Die Deutsche Fernkabel-G. m. b. H. im Jahre 1932. — Die dem Ausbau des deutschen Fernkabelnetzes für den Fernsprechweitverkehr dienende Deutsche Fernkabel-G. m. b. H. gibt in ihrem Geschäftsbericht für 1932 an, daß im Berichtsjahr folgende Arbeiten ausgeführt wurden: ausgelegte Kabel: 234 km, hergestellte Lötstellen 2337, eingebaute Spulenkästen 438, eingebaute Kondensatormuffen 389, Ausgleich in Kondensatormuffen 521 Stück. Dem Betrieb wurden insgesamt neu übergeben 1017,9 km. Dadurch ist das deutsche Fernkabelnetz (einschl. Rheinlandkabel) bis Anfang 1933 auf eine Streckenlänge von 12 142 km angewachsen. Ende März 1921 waren erst 294 km Fernkabelstrecke in Deutschland ausgebaut. Sämtliche Neubaustrecken sind zur Vermeidung des Nebensprechens nach dem Kondensatorverfahren ausgeglichen, außerdem haben sie Sonderbespulung für den Rundfunk erhalten. An den Arbeiten zur Pflege des Fernkabelnetzes war die Gesellschaft durch meßtechnische Prüfung von 507 km, durch plantechnische Prüfung von 1442 km Fernkabellinien und Beseitigung der dabei festgestellten Mängel beteiligt. Das Unternehmen, dessen Gesellschafter neben der Reichspost die folgenden Firmen sind: Siemens & Halske AG., AEG, Felten & Guilleaume, Hackethal-Draht- u. Kabelwerke, Süddeutsche Kabelwerke, Mannheim, Kabelwerk Duisburg und Kabelwerk Rheydt, hatte einen Jahresumsatz von 2 255 389 RM.

Rundfunkteilnehmer in Deutschland. — Die Gesamtzahl der Rundfunkteilnehmer in Deutschland betrug am 1. IV. 1933 4 532 862 gegenüber 4 480 251 nach dem Stande vom 4. III. und 4 427 600 am 1. II. Die Zunahme beträgt somit gegenüber dem Vormonat: Anfang März 52 651 und Anfang April 52 611. Am 1. IV. 1933 war, verglichen mit dem gleichen Zeitpunkt des Vorjahres bei einer damaligen Hörerzahl von 4 168 440, eine Zunahme um rd. 8,7 % eingetreten.

Neuorganisation des Fuld-Konzerns. — Der Vorstand der H. Fuld & Co., Frankfurt a. M., teilt mit, daß die in der Notiz der ETZ 1933, S. 384, unter obiger Neuorganisation erwähnte Firma Deutsche Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H., um Verwechslungen in den beteiligten Verkehrskreisen auszuschließen, in Nationale Telephon- und Telegraphenwerke G. m. b. H. umgeändert wurde.

Die Große Hauswirtschaftliche Ausstellung „Im Haus der Gegenwart", Essen, vom 13. V. bis 15. VI. 1933 wird darüber lehrreiche Aufschlüsse geben, wie weit die Bestrebungen der Rationalisierung und die Normierung auch für den Haushalt gediehen sind.

Verstaatlichung der Gewerbe-Hochschule Köthen (Anhalt). — Die bisher Städtische Gewerbe-Hochschule (Friedrichs-Polytechnikum) Köthen (Anhalt), die seit Jahrzehnten weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt ist, wird mit Beginn des Sommersemesters vom Anhaltischen Staate übernommen. Die Gewerbe-Hochschule führt nunmehr die Bezeichnung Staatliche Gewerbe-Hochschule Köthen (Anhalt).

Philips in Dänemark. — Der holländische Philips-Konzern hat infolge der von der dänischen Regierung gegen die Einfuhr von elektrischen Glühlampen, Radioapparaten und Radioröhren getroffenen Maßnahmen der Erhöhung der Einfuhrzölle und der Beschränkung des Devisenverkehrs, durch die die Einfuhr dieser Artikel in Dänemark aufs stärkste beschränkt wird, einen Fabrikkomplex in Dänemark erworben, um daselbst die Fabrikation der genannten Erzeugnisse aufzunehmen. Die Fabrik soll zunächst ungefähr 100 Arbeiter beschäftigen.

Errichtung einer Glühlampenfabrik in Finnland. — Das Internationale Glühlampenkartell hat lt. I. u. H., da die im Herbst eingetretene Erhöhung des finnischen Glühlampenzolls die Einfuhr fertiger Lampen erschwert, beschlossen, eine eigene Produktionsstätte in Finnland zu errichten. Die einheimische Finska Glödlampen-Fabriks A. B., Helsingfors, fordert in der Presse die Unterstützung der finnischen Käufer bei dem zu erwartenden Preiskampf.

Installierte Leistung der Kraftwerke Chinas. — Gemäß Electr. Wld., N. Y., hat nach einem Bericht des chinesischen nationalen Komitees für die diesjährige Tagung der Weltkraftkonferenz in Stockholm die Erzeugungskapazität der chinesischen Kraftwerke in den vergangenen 3 Jahren eine Steigerung um mehr als 6 % erfahren. Es gibt zur Zeit 665 Kraftwerke in China mit einer installierten Generatorenleistung von zusammen 893 645 kW. Von diesen Kraftwerken sind 519 öffentliche Werke und 146 industrielle Eigenanlagen. Obwohl China sehr reich an Wasserkräften ist, beträgt die Leistung der Wasserkraftwerke bisher nur ungefähr 2000 kW.

Große Seilbahnanlage in Indochina. — Beim Bau einer Eisenbahnlinie in Indochina mußte auf der Strecke zwischen Tanap und Thakhek für die Durchführung der umfangreichen erforderlichen Materialtransporte durch die unwegsame Dschungel eine rd. 40 km lange elektrische Seilbahnanlage eingerichtet werden. Ihre Leistungsfähigkeit betrug rd. 10 t in der Stunde bei einer Seilgeschwindigkeit von 152 m/min.

Einschränkung der Glühlampenproduktion in Japan. — Die Vereinigung der Glühlampenexporteure in Tokio hat lt. I. u. H. die ihr angeschlossenen Gesellschaften ersucht, ihre Produktion um 50 % zu kürzen. Dieser Schritt war durch die Abwehr veranlaßt, die der starke Export japanischer Lampen in jüngster Zeit im Ausland hervorgerufen hat, sowie durch die Befürchtung, daß die Entwicklung in Amerika eine Ausfuhr dorthin erschweren würde, das von dem Gesamtexport des letzten Jahres in Höhe von rd. ½ Milliarde Glühlampen allein ungefähr die Hälfte aufgenommen hat.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 12. Mai 1933, 2 Uhr nachm. pünktlich findet eine

Besichtigung der Kühltransit-Aktiengesellschaft in Berlin O. 17, Stralauer Allee 1 (Osthafen)

und im Anschluß hieran eine

Besichtigung der „Behala" Berliner Hafen- und Lagerhaus A.-G., Abteilung Osthafen, Berlin O. 17, Stralauer Allee 1—16,

statt.

Treffpunkt: Halle des Kühlhauses der Kühltransit-A.-G.

Verkehrsverbindungen:

a) Hochbahn bis Station Osthafen,
b) Stadtbahn bis Station Warschauer Straße, von da 3 ··· 5 Minuten,
c) Straßenbahnen: Nr. 4, 5, 8, 9, 82, 89, 90.

Die Besichtigung der Betriebe erfolgt auf eigene Gefahr der Teilnehmer; beide Firmen haben jedwede Haftung für persönlichen oder materiellen Schaden, gleichviel welcher Art, abgelehnt.

Die Zahl der Besucher ist auf 60 beschränkt. Aus diesem Grunde werden für die Teilnehmer besondere Karten ausgegeben, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins (Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II) erhältlich sind.

Pünktliches Erscheinen geboten.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Der erste Druck der neuen 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933, der am 1. März erschien, war bereits nach 14 Tagen vergriffen. Ein Nachdruck ist inzwischen angefertigt worden und ist versandbereit. Da dieser Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben. Die Preise sind nach wie vor:

Für Nichtmitglieder: 16,20 RM.
Für VDE-Mitglieder: 14,60 RM.

Umtausch-Angebote: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage 13,80 RM.

(Frühere Auflagen als diese können nicht eingetauscht werden.)

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Schlußentwurf.

VDE 0431.

Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke.

(Mit einem Anhang: „Das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit kleinen Kugeln und mit der Spitzenfunkenstrecke".)

Aufgestellt vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgengesellschaft.

Bekanntmachung.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Die gegen den in ETZ 1932, S. 1211, veröffentlichten Entwurf 1 zu

VDE 0431/1933

„Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke"

ergangenen Einsprüche sind ordnungsgemäß behandelt worden. Der Schlußentwurf, der gegenüber dem Entwurf 1 die nachstehend veröffentlichten Änderungen enthält, wird der diesjährigen mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung zur Inkraftsetzung mit Wirkung ab 1. Juli 1933 vorgelegt werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3. Spannungsangaben.
§ 4. Röhrenspannung.

III. Bestimmungen.

§ 5. Das Messen mit der Kugelfunkenstrecke.
§ 6. Beschaffenheit und Anordnung der Kugeln.
§ 7. Vorwiderstände.
§ 8. Schaltung.
§ 9. Vornahme der Messungen.
§ 10. Meßwerte.

Anhang.

Das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit kleinen Kugeln und mit der Spitzenfunkenstrecke.

Änderungen gegenüber Entwurf 1, ETZ 1932, S. 1211:

§ 10 Meßwerte.

Die in Fußnote 1 angekündigten graphischen Darstellungen der Überschlagspannungen abhängig von der Schlagweite werden im Sonderdruck und später im Vorschriftenbuch veröffentlicht werden.

Die bisherige Fußnote 2 wird auf Tafel II bezogen und erhält folgenden Wortlaut:

In den Tafeln sind die Werte, bei denen eine geringere Meßgenauigkeit zu erwarten ist, klein gedruckt. Die Meßgenauigkeit ist insbesondere bei Spannungen bis 30 kV wegen der Kleinheit der Elektrodenkapazität gering. Sie kann vergrößert werden, wenn eine Kapazität von mindestens 1 nF (900 cm) zur Funkenstrecke unmittelbar parallel gelegt wird.

Anhang.

Das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit kleinen Kugeln und mit der Spitzenfunkenstrecke.

a) Kleine Kugeln.

Der erste Absatz erhält folgenden Wortlaut:

Zur Messung von Spannungen bis 30 kV kommt außer der Funkenstrecke mit 5 cm-Kugeln (siehe § 5) auch die Verwendung von 2 cm-Kugeln in Betracht. Allerdings ist bei diesen Kugelgrößen nur etwa ± 5 % Meßgenauigkeit erzielbar, selbst wenn die vorstehend genannten Meßbedingungen (besonders § 7) eingehalten sind. Als Elektroden können handelsübliche Stahlkugeln für Kugellager benutzt werden.

Der Wortlaut des übrigen Textes ist, abgesehen von geringfügigen redaktionellen Änderungen, gegenüber dem Entwurf 1, ETZ 1932, S. 1211, nicht geändert.

Digitized by Google

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes seit der letzten mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung in München 1932/33.

(*Schluß von S. 438.*)

Kommission für Isolieröle.

Die im Tätigkeitsbericht des vergangenen Jahres erwähnte Neubearbeitung der aus dem Jahre 1927 stammenden „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle" konnte nach Neubildung der Kommission zum Abschluß gebracht werden. Zu den nächsten Aufgaben der Kommission gehört, einen vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, Gemeinschaftsstelle Schmiermittel, aufgestellten Normblattentwurf über Transformatoren- und Schalteröle zu überarbeiten und ihn mit den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R. E. Ö." in Übereinstimmung zu bringen.

Kommission für Meßinstrumente.

Die Kommission für Meßinstrumente und die Unterkommission für Wandler wurden nach Ablauf ihrer Amtsdauer aufgelöst und neugebildet, wobei die bisherige Unterkommission für Wandler zur selbständigen Kommission erklärt wurde. Beide Kommissionen sind zu einer Beratung über einen neuen Entwurf für internationale Bestimmungen betreffend Meßgeräte, der bei der IEC eingereicht worden ist, in der Berichtszeit zusammengetreten.

Kommission für Erdung.

Die Kommission ist zu Sitzungen nicht zusammengetreten. Von der Weiterbearbeitung und Inkraftsetzung der im Entwurf fertiggestellten „Leitsätze für Erdungsstangen" wurde mit Rücksicht auf die allseits gewünschte Beschränkung neuer Arbeiten abgesehen.

Die Zahl der Anfragen, die mit der Einführung der „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1." zusammenhingen, hat in diesem. Geschäftsjahr etwas nachgelassen.

Technische Anfragen u. dgl. wurden durch die Geschäftstelle unmittelbar bearbeitet.

Die für die Bearbeitung von zwei Spezialfragen gebildeten besonderen Arbeitsgruppen haben ihre Beratungen weiter fortgesetzt, jedoch noch nicht abgeschlossen, da die für die Beratungen zu Grunde zu legende Material- und Unterlagensammlung langwierig und mühevoll ist.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte.

Die Kommission ist zu Sitzungen nicht zusammengetreten, jedoch wurde die Überarbeitung der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A.", die mit den „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S." gemeinsam als neue Arbeit herausgegeben werden sollen, in einer mit der Kommission für Schaltgeräte gemeinsam gebildeten Arbeitsgruppe für Anlasser und Schaltgeräte fortgesetzt. Im Hinblick auf die noch geraume Zeit andauernden Beratungen bis zum Abschluß der neuen Arbeit ist es erforderlich, einige dringliche Änderungen der R.E.A. dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorzulegen.

Kommission für Handgeräte.

Der Jahresversammlung 1931 war ein Entwurf zu „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte" vorgelegt worden, der jedoch mit Rücksicht auf nachträglich eingegangene Einsprüche an die Kommission zurückverwiesen wurde. Die Unterkommission für Gerätesteckvorrichtungen hat den Entwurf nach nochmaliger eingehender Beratung dem Vorstand zur Beschlußfassung vorgelegt. Die Genehmigung wurde durch den mit besonderer Vollmacht ausgestatteten Vorstand im Dezember ausgesprochen.

Erklärungen zu den „Vorschriften für Geräte mit Kleinstmotoren V.G.K.M." konnten noch nicht herausgegeben werden, da sie möglichst gleichzeitig mit den Erklärungen zu den „Vorschriften für Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.W.G." herausgebracht werden sollen, die in vielen Punkten mit den V.G.K.M. übereinstimmen.

Die Unterkommission für elektromedizinische Netzanschlußgeräte hat einen Entwurf zu „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med. 2." aufgestellt, der dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse vorgelegt wird.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Mit Rücksicht auf Bestrebungen im In- und Auslande Anhaltspunkte über die elektrische Festigkeit von Isolatoren gegen kurzzeitige Beanspruchungen (insbesondere Gewitter) zu gewinnen, wurde ein Unterausschuß mit der Aufgabe betraut, „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen" auszuarbeiten. Diese Leitsätze sind in der ETZ 1933, Heft 12, S. 292 zur allgemeinen Diskussion gestellt. Die Leitsätze werden eingehend in einem vom Vorsitzenden des Unterausschusses, Herrn Prof. **Marx**, verfaßten Vorwort erläutert. Außerdem wird die Anregung gegeben, an den verschiedensten Stellen in Deutschland Messungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen vorzunehmen, um über die angestrebten Spannungsformen und ihre Verwirklichung in praktischen Prüfanlagen näheren Aufschluß zu erhalten. Mit Rücksicht auf die noch nicht abgeschlossenen Versuche ist in Aussicht genommen, die Leitsätze erst am 1. Januar 1935 in Kraft treten zu lassen.

Ferner hat der Ausschuß „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen" bearbeitet. Die Behandlung der auf den ETZ-Entwurf 1932, S. 828 ergangenen Einsprüche hat zu dem in ETZ 1933, Heft 16, S. 385 veröffentlichten Schlußentwurf geführt, der dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß zur Inkraftsetzung mit Wirkung vom 1. Januar 1934 vorgelegt werden soll.

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgen-Gesellschaft hat der Unterausschuß für Spannungsmessungen einen Entwurf über „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke" aufgestellt, der in ETZ 1932, Heft 50, Seite 1211 veröffentlicht ist. Auf Grund geringfügiger Einsprüche konnte für den Schlußentwurf bis auf kleine Änderungen die ursprüngliche Fassung beibehalten werden. (Vgl. ETZ 1933, S. 459.)

Die „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke" sollen dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß zur Inkraftsetzung am 1. Juli 1933 vorgelegt werden.

Der gleiche Unterausschuß beschäftigt sich mit der Überarbeitung der in den „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft" enthaltenen Eichtabellen, welche die Überschlagspannungen in Abhängigkeit von der Schlagweite angeben. Diese Überarbeitung wurde mit Rücksicht auf die internationalen Arbeiten der IEC notwendig, an denen sich das Deutsche Kommittee durch Einreichung von Vorschlägen beteiligt hat.

Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

Die im Tätigkeitsbericht des vergangenen Jahres erwähnte Neubearbeitung und Erweiterung der „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K." wurde zum Abschluß gebracht; die Arbeit wurde auf besonderen Wunsch der Kommission mit einem besonderen Anhang „Erklärungen" veröffentlicht, die gemeinsam von dem Kommissionsvorsitzenden und dem Sachbearbeiter aufgestellt worden sind.

Dem Ausschuß lagen Anträge vor, Bestimmungen für Kleingleichrichter in seinen Aufgabenkreis einzubeziehen. Der Ausschuß hat daraufhin zunächst die Transformatoren von Kleingleichrichtern in die allgemeinen Bestimmungen der jetzt vorgelegten Regeln eingearbeitet, die Gleichrichter selbst aber zurückgestellt, bis die Entwicklung auf diesem Gebiet noch weiter gediehen sein wird.

Kommission für Schwachstrombeeinflussung.

Die Kommission ist zu Sitzungen nicht zusammengetreten, jedoch wurden die im Tätigkeitsbericht des vergangenen Jahres erwähnten umfangreichen Untersuchungen bezüglich der Unsymmetrie von Leitungen und Schaltungen fortgeführt und die bisherigen Ergebnisse in einer Sitzung des Unterausschusses „Messungen" beraten.

Kommission für Überspannungsschutz.

Die Kommission hat sich dafür entschieden, die in dem Tätigkeitsbericht des vergangenen Jahres erwähnten „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspan-

Digitized by Google

nungsschutzgeräten" als selbständige Arbeit zu veröffentlichen und die Überarbeitung der bisherigen „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" nunmehr endgültig in Angriff zu nehmen; zu diesem Zweck wurde eine besondere Arbeitsgruppe gebildet.

Die Beratungen der Arbeitsgruppe „Normalisierung von Schutzwiderständen in Ölschaltern" wurden mit dem Ergebnis abgeschlossen, daß eine Normung einerseits infolge Entwicklung der Technik, anderseits infolge neuer Erkenntnisse auf dem Gebiete der Überspannungsforschung, die Schutzwiderstände nicht mehr notwendig erscheinen lassen, nicht angezeigt ist.

Ausschuß für Normalspannungen.

Die gegen einen Entwurf für „Spannungsnormen unter 100 V" (ETZ 1932, S. 372) ergangenen Einsprüche wurden durch den Ausschuß behandelt. Es wurde der in ETZ 1932, S. 1045 veröffentlichte Schlußentwurf der „Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V" aufgestellt, die der Vorstand auf Grund der Ermächtigung durch die vorjährige Ausschußsitzung mit Wirkung ab 1. Januar 1933 in Kraft setzte. Mit dem gleichen Termin wurden die bisher gültigen „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V" außer Kraft gesetzt.

Die „Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V" wurden gleichzeitig als deutscher Vorschlag zur Berücksichtigung bei den Arbeiten über internationale Spannungsnormen an die IEC eingereicht.

Kommission für Rundfunkstörungen.

Die Kommission hat ihren bekannten Arbeitsplan in den gebildeten Unterkommissionen „Störungsmeßverfahren", „Entstörungsgeräte" und „Hochfrequenzbeeinflussung" fortgesetzt, so daß mit einem der Öffentlichkeit bekanntzugebenden Ergebnis dieser Arbeiten demnächst gerechnet werden kann.

Der bereits bei der Kommission für Hochfrequenztechnik erwähnte Sonderausschuß „Kondensatoren" hat seine Arbeiten an der Aufstellung von Bestimmungen für Kondensatoren abgeschlossen. Das Ergebnis dieser Arbeiten ist als „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K." im Entwurf veröffentlicht und wird nach abschließender Beratung über die eingegangenen Einsprüche in der endgültigen Fassung dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse zur Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden.

Kommission für die Durchführung der VDE-Bestimmungen.

Die Kommission hat im abgelaufenen Geschäftsjahr keine Sitzungen abgehalten.

Der der Kommission angegliederte Messe-Ausschuß hat, wie üblich, auch der Frühjahrsmesse 1933 einen Besuch abgestattet und die Aussteller hinsichtlich mangelhafter elektrischer Erzeugnisse aufklärend beraten.

Aufstellung der der Ausschußsitzung 1933 vorzulegenden Verbandsarbeiten.

Kommission für Elektrowerkzeuge:

Änderung von § 23 a) in VDE 0740/1932 „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.E.Wz."

Veröffentlicht: ETZ 1932, S. 1095.

Kommission für Drähte und Kabel:

Änderungen an den Tafeln 1, 3 und 5 sowie Ergänzung von § 4 in VDE 0255/1928 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K."

Entwurf: ETZ 1932, S. 708.
Endgültig: ETZ 1933, S. 315.

Kommission für Installationsmaterial:

Ergänzungen zu §§ 29 und 45 in VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."

Entwurf: ETZ 1932, S. 300.

Kommission für Schaltgeräte:

Änderungen an VDE 0660/1928 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S."

Entwurf: ETZ 1933, S. 245.

Kommission für Hochfrequenztechnik:

1. a) VDE 0860/1933 „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V.R.G."

Entwurf: ETZ 1932, S. 924.
Endgültig: ETZ 1933, S. 314.

b) Außerkraftsetzung von VDE 0860/1929 „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (-netzen) in Verbindung stehen. V.R.G." vom 1. Juli 1929.

Veröffentlicht: ETZ 1933, S. 315.

2. VDE 0870/1933 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K."

Entwurf: ETZ 1933, S. 140.

3. Außerkraftsetzung der „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang (mit Ausschluß solcher Geräte, die in leitender Verbindung mit einem Starkstromnetz benutzt werden)" vom 1. September 1924.

Veröffentlicht: ETZ 1933, S. 315.

Kommission für Isolierstoffe:

VDE 0326/1933 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken."

Entwurf: ETZ 1933, S. 337.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte:

a) Änderungen von §§ 51 a) und 51 b) in VDE 0650/1928 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A."

Entwurf: ETZ 1933, S. 245/6.

b) Änderung des Kapitels XII „Widerstandswerkstoffe für Anlasser und Regler" in VDE 0650/1928.

Entwurf: ETZ 1933, S. 265.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad:

1. VDE 0442/1933 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen."

Entwurf: ETZ 1932, S. 828.
Endgültig: ETZ 1933, S. 385.

2. VDE 0431/1933 „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke."

Entwurf: ETZ 1932, S. 1211.
Endgültig: ETZ 1933, S. 459.

Kommission für Überspannungsschutz:

Ungültigkeit des Abschnittes II 3 Aa in VDE 0145/1925 „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen" ab 1. Juli 1933.

Veröffentlicht: ETZ 1932, S. 924.

Mitgliederbewegung.

Sie war in der Berichtszeit folgende:

Bestand am 1. Mai 1932 . . .	8142 Mitglieder
Bestand am 1. Mai 1933 . . .	7189 „
Verlust	953 Mitglieder.

Die Zahl der Verbandsmitglieder verteilte sich am 1. Mai 1933 auf die 33 zum Verbande gehörenden Vereine wie folgt:

Unmittelbare Mitglieder	266
Elektrotechnischer Verein Aachen e. V.	95
Elektrotechnischer Verein des Berg. Landes e. V. .	93
Elektrotechnischer Verein e. V. (Berlin)	2121
Elektrotechnischer Verein Braunschweig e. V. . .	70
Elektrotechnischer Verein zu Breslau	107
Elektrotechnischer Verein Chemnitz	323
Deutsche Elektrotechnische Gesellschaft zu Danzig	66
Dresdner Elektrotechnischer Verein	348
Elektrotechnischer Verein Düsseldorf E. V. . . .	82
Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M. .	242
Elektrotechnische Gesellschaft Halle a. S. E. V. .	126
Elektrotechnischer Verein in Hamburg	234
Elektrotechnische Gesellschaft Hannover E. V. . .	196
Hessische Elektrotechnische Gesellschaft Darmstadt	132
Elektrotechnischer Verein zu Kassel e. V.	66
Elektrotechnische Gesellschaft zu Köln e. V. . . .	158
Elektrotechnischer Verein Leipzig e. V.	185
Elektrotechnische Gesellschaft E. V. zu Magdeburg	129
Elektrotechnischer Verein Mannheim-Ludwigshafen e. V.	187
Elektrotechnischer Verein München (e. V.) . . .	206
Elektrotechnischer Verein Niederrhein E. V. . . .	73

Digitized by Google

Elektrotechnische Gesellschaft zu Nürnberg	158
Oberrheinischer Elektrotechnischer Verein E. V. Karlsruhe i. B.	102
Oberschlesischer Elektrotechnischer Verein	110
Ostdeutscher Elektrotechnischer Verein Königsberg i. Pr.	50
Pommerscher Elektrotechnischer Verein	101
Elektrotechnischer Verein des rhein.-westf. Industriebezirks e. V.	407
Elektrotechnischer Verein an der Saar	85
Schleswig-Holsteinischer Elektrotechnischer Verein in Kiel	61
Elektrotechnischer Verein Südbaden	97
Thüringer Elektrotechnischer Verein Erfurt	127
Elektrotechnischer Verein Trier	48
Württembergischer Elektrotechnischer Verein	338

Im Berichtsjahr verlor der Verband eine Reihe von Mitgliedern, die an den Arbeiten und den Aufgaben des Verbandes lebhaften Anteil hatten, darunter die Herren: Generaldirektor Cassirer, Berlin; Oberbaurat a. D. Freiherr v. Gaisberg, Neudegg; Geh. Hofrat Prof. Dr. Peukert, Braunschweig; Ing. Schiemann, Wurzen/Sa.; Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Wedding, Berlin.

Von sonstigen verstorbenen Mitgliedern seien genannt:

Albers, Th., Regierungsbaumeister a. D., Direktor, Berlin.
Beisbarth, L., Oberingenieur, Karlsruhe.
Berg, Theodor, Direktor, Nienburg.
Bey, Franz, Direktor a. D., Ber. Ing., Hamburg.
Brettschneider, G., Direktor, Bernburg.
Bruch, Franz, Fabrikdirektor, Ingenieur, Berlin.
Bürger, Karl, Telegraphenoberinspektor, Stettin.
Fischer, Fritz, Oberingenieur, Klotzsche.
Fuß, Max, Ingenieur, Berlin.
Geyer, Christian, Nürnberg.
Hahn, Oskar, Ingenieur, Magdeburg.
Hartmann, Dr., Söllingen.
Hoffmann, Albrecht, Ob.-Ing., Oberlungwitz/Sa.
Kamp, Hermann, Direktor, Berlin.
Klefisch, H., Obering., Mannheim.
Koch, F., Oberingenieur, Berlin.
Körner, Ernst, Direktor, Mittweida/Sa.
Lebegott, Martin, Oberingenieur, Berlin.
Lutz, Hans, Dipl.-Ing., Cannstadt a. N.
Meyer, Friedrich Wilhelm, Professor, Dr.-Ing., Braunschweig.
Mollier, Walter, Generaldirektor, Dr.-Ing., Wien.
Müller, Paul, Prokurist, Chemnitz.
Neumann, E., Oberingenieur, Frankfurt/M.
Neumann, Julius, Oberingenieur, Stuttgart.
Oehler, Paul, Dipl.-Ing., Essen.
Pötter, Adolf, Ingenieur, Essen.
Riecke, Ernst, Direktor, Oberingenieur, Berlin.
Salfeld, Ernst, Direktor, Braunschweig.
Schäfer, Hans, Ingenieur, Wuppertal-Elberfeld.
Schmidt, Alfred, Direktor, Berlin.
Schönfeld, von, Oskar, Direktor, Dresden.
Schortmann, Oskar, Leipzig.
Steinhardt, Arthur, Dipl.-Ing., Berlin.
Stoessel, Ed., Oberingenieur, Saarbrücken.
Swoboda, Hans Otto, Pittsburgh.
Türk, A., Prokurist, Düsseldorf.
Warnecke, Wilhelm, Dipl.-Ing., Osnabrück.
Willer, Johannes, Ingenieur, Allenstein.
Wisliceny, Heinrich, Ingenieur, Stralsund.
Wolf, Franz, Ingenieur, Lüdinghausen.
Zeidler, Josef, Oberingenieur, Berlin.
Zschach, Martin, Oberingenieur, Zwickau/Sa.

Ein ehrendes Angedenken wird der Verband allen für immer bewahren.

Wenn es uns in der Berichtszeit trotz der schwierigen Wirtschaftslage gelungen ist, mit allen zum Verbande gehörenden Elektrotechnischen Vereinen und Gesellschaften den rein geschäftlichen Verkehr glatt abzuwickeln, so verdanken wir das der verständnisvollen und opferwilligen Mitarbeit der Vorstandsmitglieder der einzelnen Vereine und Gesellschaften, denen wir uns zu wärmstem Dank verpflichtet fühlen.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 11. V. 1933, abds. 7½ h, Hörsaal 199 der Staatl. Akademie für Technik: Vortrag Dr. Schleicher, „Die Verbindung der Starkstromtechnik und der Schwachstromtechnik in Elektrizitätsbetrieben".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 11. V. 1933, abds. 8h, gr. Saal des Bierhaus Engelhardt, Bernburgstr.: Lichtbildervortrag Dr. Keusch, Berlin, „Dampf- und Wasserrohrleitungen in Kraftwerken".

Elektrotechn. Verein Hamburg. 17. V. 1933, abds. 7½ h, Techn. Staatslehranstalt, Hörsaal 8, Lübecker Tor 24: Lichtbildervortrag Dir. Halberstadt, „Der heutige Stand der Röntgentechnik". 19. V.: Besichtigung der Fabrikanlagen der C. H. F. Müller, Hamburg-Fuhlsbüttel, Röntgenstr. 24—26.

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. a) 16. V. 1933, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten für Maschinenwesen, Am Krökentor 1: Vortrag Dipl.-Ing. K. Schwaiger, Magdeburg, „Erdschluß- und Kurzschlußschutz im Magdeburger Hochspannungsnetz". b) 20. V. 1933: Frühlingsausflug. Besondere Einladung geht den Mitgliedern noch zu.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 19. V. 1933, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Filmvorführung „Die Zugspitzbahn".

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 71. Hauptversammlung am 28. V. 1933 am Bodensee. Hauptvortrag Dr. Dr.-Ing. E. h. Eckener, Friedrichshafen, „Hauptprobleme des Luftschiffes als Verkehrsmittel". Zahlreiche Fachvorträge. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

B. Urbach †. Am Sonntag, dem 23. IV. d. J., verstarb plötzlich und unerwartet kurz nach Vollendung seines 60. Lebensjahres unser verdientes Mitglied, Herr Direktor Bernhard Urbach. Mit ihm ist unserer Fachwelt ein Mann von hohen praktischen Erfahrungen und großer technischer Begabung entrissen worden. Der Entschlafene gehörte 35 Jahre unserer Gesellschaft an, davon 4 Jahre als 1. Vorsitzender. Er war ihr stets ein eifriger Förderer, und es gebührt ihm hervorragender Anteil an ihrer Entwicklung. Seine ständige Hilfsbereitschaft und seine herzliche, frohsinnige Art sicherten dem Heimgegangenen große Verehrung und Beliebtheit bei allen, die ihm näher standen. Sein Name wird mit unserer Gesellschaft eng verbunden bleiben, und ein dankbares Erinnern an ihn ist uns eine angenehme Ehrenpflicht.

B. Urbach †.

Elektrotechnische Gesellschaft Hannover e. V.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrische Maschinen. Bd. 3: Die Transformatoren. Von Prof. Dr.-Ing. R. Richter. Mit 230 Textabb., VIII, u. 321 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 19,50 RM.

Die fortschreitende Vertiefung in die Probleme des Transformators, die sich in einer Fülle von Einzelarbeiten der letzten Jahre widerspiegelt, ließ den Mangel an einem geeigneten zusammenfassenden Handbuch, das dem letzten Stand der Forschung entspricht, immer fühlbarer werden. Diese Lücke auszufüllen, ist das neue Buch von Richter hervorragend geeignet. Verläßlichkeit und Vollständigkeit bei kürzester Darstellung zeichnen es in gleicher Weise aus und machen es zu einem wertvollen Ratgeber. Die ersten Abschnitte sind den Magnetisierungs-, Streuungs- und Überspannungserscheinungen gewidmet und verdienen wegen ihrer Gründlichkeit und teilweise neuartigen Darstellung besondere Beachtung. Eine bevorzugte Behandlung erfährt die Magnetisierung mit ihren zahlreichen verschiedenartigen Auswirkungen, die durch die Schaltung, die Kernform, den Ölkasten und die primäre Spannungskurve bedingt sind. In dem Abschnitt über Streuung werden u. a. die durch den Streufluß hervorgerufenen Zusatzverluste im Kupfer und im Ölkasten berechnet, u. zw. sowohl bei symmetrischer als auch bei unsymmetrischer Wicklung. Die Ermittlung der Kurzschlußkräfte der Wicklungen geht von der magnetischen Energie aus und sichert damit der Aufgabe eine elegante Lösung. Bei den Überspannungsfragen werden auch die neuesten Literaturstellen berücksichtigt. Unter „Betriebseigenschaften" wird das Vektor- und Kreisdiagramm entwickelt und der Parallelbetrieb einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Es folgen die Abschnitte über Sonderschaltungen und Spannungsregelung, in denen Dreiwicklungs-, Spar- und Drei/Zweiphasen-Transformatoren, die V-Schaltung, der Schubtransformator und schließlich die Regeltransformatoren mit ihren Stufenschaltern behandelt werden. Im Hinblick auf die in den RET 30 festgelegte Definition für Spar- und Zusatztransformatoren ist dem Verfasser insofern ein Irrtum unterlaufen, als er den Spartransformator mit kommutierbarer Durchgangspule als Zusatztransformator, den eigentlichen Zusatztransformator aber als Reihentransformator bezeichnet. Außerdem fehlt ein Hinweis auf den Nutzen einer Tertiärwicklung bei derartigen Transformatoren im Falle eines Doppelerdschlusses. Das wiegt jedoch nicht allzu schwer gegenüber den Vorzügen dieser Abschnitte. Anschließend an den die experimentelle Untersuchung betreffenden Teil, der eine eingehende Beschreibung der in Betracht kommenden Prüffeldmessungen bringt, werden die konstruktive Durchbildung des Kernes und der Wicklung sowie der Zusammenbau, der Ölkasten, die Durchführungen und schließlich die Schutzeinrichtungen behandelt. Der Abschnitt über Kühlung und Erwärmung ist mit Rücksicht auf die im ersten Bande enthaltenen allgemeinen Grundlagen für die Wärmeübertragung verhältnismäßig kurz gefaßt und beschränkt sich auf die stationären Vorgänge und besonderen Verhältnisse, die bei Trocken- und Öltransformatoren mit natürlicher und künstlicher Kühlung auftreten. Sehr wertvoll für den Konstrukteur sind die in dem Abschnitt über Isolierung gegebenen Richtlinien für die Wahl und Bemessung der Isoliermittel, in denen auch die Kombinationen von Isolierstoffen verschiedener Dielektrizitätskonstante die ihnen gebührende Würdigung finden. Der letzte Abschnitt befaßt sich mit dem Entwurf des Transformators. Er bietet Anhaltspunkte für die Wahl der Hauptabmessungen, des Stromdichten- und Verlustverhältnisses und enthält Angaben über den Einfluß der Abmessungsänderungen. Die Betrachtungen über den wirtschaftlichen Entwurf, ein bei der heutigen angespannten Wirtschaftslage natürlich sehr aktuelles Thema, bleiben, wie man mit Genugtuung feststellen kann, innerhalb der Grenzen, die der mathematischen Behandlung dieses Problems gezogen sind, die aber leider häufig übersehen werden. Ein gut durchgearbeitetes Berechnungsbeispiel bildet den Abschluß.

R. Küchler.

Berechnung von Gleichstrom-Kraftübertragungen. Von Obering. O. Burger. Mit 24 Abb. i. Text, VIII u. 82 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 6,40 RM.

Bei der Übertragung elektrischer Energie auf immer größer werdende Entfernungen hat der bisher allbewährte Drehstrom eine große Reihe von Mängeln gezeigt, deren Überwindung teure Einrichtungen erfordert. Die Hauptschwierigkeiten der Drehstrom-Hochleistungsübertragung können umgangen werden durch Anwendung des Gleichstromsystems. Der Verfasser hat es in dankenswerter Weise unternommen, in vorliegendem Buch zu zeigen, welche Möglichkeiten der Erzeugung hoher Gleichspannungen bis jetzt bekannt und welche Probleme auf dem Gebiet dieser Übertragungsart zu lösen sind. Zusammenfassend kann man sagen, daß sehr aussichtsreiche Ansätze zur Erzeugung hochgespannter Gleichströme vorhanden sind. Sehr interessant ist die Zusammenstellung der Vor- und Nachteile des Gleichstromsystems gegenüber dem Drehstromsystem und die Berechnung einer wirtschaftlichen Gleichstromübertragung in bezug auf Querschnitt und Betriebspannung mit Beispielen. Mit einem Abschnitt über Übertragungschaltungen schließt das Buch. Im Hinblick auf die Wichtigkeit der hier behandelten Fragen kann das Buch zur Anschaffung bestens empfohlen werden.

Schwaiger.

Tonfilmwiedergabe. Von R. Dahlgreen. Mit 44 Abb. u. 55 S. in kl. 8°. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin 1932. Preis geh. 2,50 RM.

Der Aufsatz ist ein kurzer Nachtrag zum „Handbuch für Lichtbildvorführer" vom gleichen Verfasser und behandelt die durch den Tonfilm neu hinzu gekommenen Geräte im Vorführraum und die Lautsprecher vom Standpunkte des Praktikers. Einem kurzen Erklärungsversuche der elektrischen Verstärkung folgt die Beschreibung des Nadelton-, des Lichttonverfahrens und der Lautsprechertypen, ergänzt durch eine Erläuterung der gebräuchlichen Apparaturen, mit denen der Vorführer in Berührung kommt und die fast durchweg im Bildschmuck vertreten sind. Praktische Winke für Ausgleich etwaiger Mängel, Betriebschwierigkeiten oder Verhalten bei Störungen werden nicht erteilt.

Einige Ausdrücke sind unrichtig angewandt, so z. B. Seite 8 soll es Gitterstrom statt Kathodenstrom heißen, Seite 10 statt Gleichstromrichtern ..... Gleichrichtern, Seite 11 statt Elektromagneten ..... permanenten Magneten. Das Buch ist ziemlich laienhaft behandelt.

Josef Mayer.

Fundamentals of Electricity and Magnetism. Von Prof. L. B. Loeb. Mit 186 Abb. i. Text, XX u. 432 S. in 8°. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1931. Preis geb. 20 s.

Das Buch ist der Leitfaden für den Physikunterricht der Ingenieure an der Universität von Kalifornien und behandelt mit einfachsten mathematischen Hilfsmitteln in systematischer und streng wissenschaftlicher Form die gesamten Erscheinungen der Elektrizität und des Magnetismus und deren quantitative Erfassung. Es trägt der Elektronentheorie, der Radioaktivität, den neueren Anschauungen der Struktur der Atome, der elektromagnetischen Strahlung sowie den photoelektrischen und thermionischen Erscheinungen in gebührender Weise Rechnung und zeichnet sich durch besonders sorgfältiges Eingehen auf die geschichtliche Entwicklung nicht nur der einzelnen Entdeckungen, sondern auch der physikalischen Anschauungen und Forschungsmethoden aus, denen das wohlgelungene einleitende Kapitel gewidmet ist. Das Buch zeugt von einem hohen Unterrichtsniveau und kann mit den besten Erscheinungen unserer Literatur auf eine Stufe gestellt werden.

Fraenckel.

Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. von E. Hausbrand†. 7. Aufl., unt. bes. Berücks. d. Verdampfanlagen vollst. neu bearb. v. Dipl.-Ing. M. Hirsch. Mit 218 Textabb. XVI u. 359 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 29 RM.

Die Neubearbeitung, die das Werk Hausbrands durch Hirsch erfahren hat, bringt dieses Buch vollständig auf den heutigen Stand der Wissenschaft und Technik. Die Abschnitte über Kondensieren und Kühlen sind verhältnismäßig kurz behandelt mit der Begründung, daß hierüber erschöpfende neuere Werke anderer Verfasser vorhanden sind. Dafür ist der Teil über Verdampfen um so ausführlicher gehalten. Von der graphischen Darstellung ist weitgehend, aber nicht übertrieben Gebrauch gemacht. Dabei spielt das J-x-Diagramm eine hervorragende Rolle zur Erläuterung der Vorgänge beim Verdampfen und Verdichten. Besonders zu erwähnen ist der Abschnitt über Wärmewiderstände; hier ist alles, was heute über Wärmeübergang bekannt ist, übersichtlich und in leicht verständlicher Weise zusammengetragen. Der Ersatz des Begriffs des Wärmeübergangskoeffizienten durch den reziproken Wert, der als Wärmewiderstand zu deuten ist,

Digitized by Google

bedeutet einen großen Fortschritt im Aufbau der Theorie des Wärmeübergangs. Die Besprechung der Verdampfer-Bauarten selbst ist ebenfalls sehr übersichtlich und ausführlich gehalten. Zahlreiche Mitteilungen über Versuchs- und Betriebsergebnisse erhöhen den Wert dieser Abschnitte.

Das Werk darf für den Studierenden wie für den in der Praxis stehenden Ingenieur in gleicher Weise als unentbehrliches Hilfsmittel bezeichnet werden.

A. Zinzen.

Die Verwirkung im gewerblichen Rechtsschutz. Von Dr. W. Oppenheim. Mit 47 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geh. 3,60 RM.

Zu dem brennendsten Problem des Warenzeichen- und Wettbewerbsrechts gehört die neue Rechtsprechung des Reichsgerichts über die Verwirkung im gewerblichen Rechtschutz. Der Verfasser weist darauf hin, daß diese Rechtsprechung für alle Inhaber von langjährig im Verkehr eingebürgerten Firmenbezeichnungen, Warenzeichen, Warenausstattungen und schlagwortartig geführten Geschäftsbezeichnungen eine große Gefahr bedeutet. Denn der Zeicheninhaber kann eines Tages vor der Tatsache stehen, keinen Rechtsschutz für seine alte Bezeichnung mehr gegenüber einem jüngeren Wettbewerber zu erhalten, der sich ein der älteren Bezeichnung gleiches oder mit dieser verwechslungsfähiges Zeichen zugelegt und seinerseits im Verkehr zum Kennzeichen seines Geschäftsbetriebes gemacht hat. Der Verfasser legt in eindringlicher Weise die rechtlichen und wirtschaftlichen Folgen des Nebeneinanderbestehens verwechslungsfähiger oder gar gleicher Bezeichnungen dar. Er gibt zunächst eine Übersicht über die Entwicklung der Verwirkungs-Rechtsprechung und ihren Einfluß auf das Warenzeichen- und Wettbewerbsrecht. Er kommt dann zur Erklärung des Begriffs „Verwirkung". Von besonderem Interesse sind die Ausführungen über die systematische Einordnung der Verwirkung in das Gesamtgebiet des bürgerlichen Rechts. In einer Zusammenfassung werden alsdann die Folgerungen für das Wettbewerbsrecht gezogen.

B. Blau.

Neue Zeitschriften.

Bulletin des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie Rumäniens. (Buletinul Asociaţiei Generale a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică din România.) Herausgegeben von der A P D E, Bukarest, Str. Constantin Mille 8. Heft 1, Jg. I, Oktober 1932. Einzelpreis 1,25 RM.

Die erste mit Oktober 1932 datierte Nummer bringt zunächst ein Geleitwort vom Präsidenten des Verbandes, Stefanescu-Radu, in welchem Zweck und Ziel des Bulletins genannt werden. Den Hauptteil des Bulletins umfaßt der Bericht über den im September 1931 in Bukarest abgehaltenen Kongreß der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie Rumäniens[1]. Im berichtenden Teil wird der Tarif des Bukarester Elektrizitätswerks erwähnt, ferner auf die neue Ausgabe der Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1931 hingewiesen[2] und schließlich auf das im Oktober 1932 erschienene Radiogesetz aufmerksam gemacht[3].

Thieß.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Hanke, Die Entwicklungsmöglichkeiten der Elektrizitätswirtschaft bei Einschluß des Haushaltbedarfes. Handels-Hochschule Mannheim 1932.

Franz Heller, Bau und Betrieb von Brikettfabriken nach neuzeitlichen Grundsätzen. (Kopplung von Kraft- und Wärmewirtschaft in Brikettfabriken.) T. H. Breslau 1933. (Erscheint im Selbstverlag des Verfassers: Dosthaida, Post Mückenberg N.-L.)

Adolf Aßmann, Studien zur Messung der Platzhelligkeit bei Tagesbeleuchtung mit besonderer Berücksichtigung des Tageslichtquotienten. T. H. Dresden 1932.

G. M. Blank, Contribution a l'Etude du Phénomène de Rupture dans les Disjoncteurs sous Huile. Ecole Polytechnique Fédérale, Zürich 1932.

Josef Herschdörfer, Der einphasige Nebenschluß-Kollektormotor mit Anlaufdrehmoment. T. H. Darmstadt 1931.

Nikolaus Hillers, Die Abschirmung des magnetischen Feldes von Zylinderspulen. T. H. Dresden 1931.

Max Katzschner, Über den Gefahrenbereich von Wanderwellen-Resonanzschwingungen. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus „Arch. Elektrotech." Bd. 27, H. 1, 1933, Verlag Julius Springer, Berlin.)

Theodor Lohmann, Der Intensitätsverlauf der K-Strahlung verschiedener Elemente in Abhängigkeit von der Röhrenspannung. T. H. Dresden 1932.

Rudolf Schulze, Optische und lichtelektrische Untersuchungen an dünnen Metallschichten. T. H. Dresden 1932. (Sonderdr. aus „Physik. Z.", Bd. 34, Nr. 1, 1933, Verlag S. Hirzel, Leipzig.)

Wolfgang Kautter, Die Anwendung von Doppelanodenröhren zur Rückkopplung bei Richtverstärkern unt. bes. Berücksichtigung der Theorie der Rückkopplung in Empfangsschaltungen. T. H. Danzig 1932.

Ludwig Nolte, Selbsttätige Temperaturregelung für Elektrowärmegeräte durch Stabausdehnungsregler. T. H. Hannover 1932. (Erschien gleichzeitig in den Mitt. des Forschungsinstitutes f. Elektrowärmetechnik a. d. T. H. Hannover als Heft 10, 1932, Verlag Schubert & Co., G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg.)

Carl Friedrich Völker, Wirkungsgrad und Temperaturverhältnisse elektrischer Kochplatten. T. H. Hannover 1932. (Erschien gleichzeitig in den Mitt. des Forschungsinstitutes f. Elektrowärmetechnik a. d. T. H. Hannover als Heft 9, 1932; Verlag Schubert & Co., G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 1. Vierteljahr 1933[1]. — Im ersten Vierteljahr 1933 ist nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin eine Besserung in der Elektroindustrie, vor allem auf den Anlagengebieten, nicht zu verzeichnen gewesen. Die Stromerzeugungs- und -versorgungsbetriebe hielten ebenso mit Aufträgen zurück wie die Industrie und die Landwirtschaft. Bei dem noch völligen Darniederliegen der Bautätigkeit war auch hier für Installationsarbeiten und Belieferung mit Stark- und Schwachstrommaterial nur wenig zu tun. Der Auftragseingang sowohl für Kraft- wie für Bahn- und ebenso für Fernmeldeanlagen, nicht weniger auch in den Zweigen der Kabelindustrie und im Meßwesen war in der Gesamtheit eher noch etwas geringer als in dem vorangegangenen Vierteljahr. Ein wenig besser, aber keineswegs günstig lagen die Verhältnisse bei den elektrischen Gebrauchsartikeln. Das Rundfunkgeschäft entsprach in seinen Ausmaßen ungefähr den von vornherein bescheiden angesetzten Erwartungen. Im übrigen hielt sich das Weihnachtsgeschäft in den hierfür in Betracht kommenden Gegenständen, wie Staubsaugern, Bügeleisen und sonstigen Hausgeräten in sehr engen Grenzen. Etwas weniger ungünstig verlief die Geschäftstätigkeit auf den elektrotechnischen Verkaufsständen der Leipziger Messe. Das hier erzielte Ergebnis, sowohl bezüglich des Besuches ernsthafter Kauflustiger wie auch insbesondere bezüglich der getätigten Verkäufe, ist etwas besser gewesen als im Vorjahr. Bemerkenswert war dabei auch der im Vergleich zum Vorjahr größere Umfang ernsthafter Anfragen auch auf dem Maschinen- und Apparategebiet, so daß am Ende des Berichtszeitraums die Hoffnung einer baldigen, wenigstens geringen Besserung auf einzelnen Gebieten berechtigt erschien. —

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 423; 1933, S. 248.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Die Elektrotechnik auf der Internationalen Automobil- und Motorradausstellung in Berlin 1933" ist auf S. 298 der ETZ d. J., rechts, 19. Zeile von unten, die Nife-Stahlakkumulatoren G. m. b. H. als schwedisches Unternehmen bezeichnet. Die Firma bittet uns um folgende Richtigstellung: „Die Firma „Nife-Stahlakkumulatoren G. m. b. H." ist eine deutsche Gesellschaft, eingetragen beim Amtsgericht Berlin-Mitte. Die Fabrikationsstätten und Büros befinden sich in Berlin-Steglitz, Nicolaistr. 2 bis 6, auf eigenem Grund und Boden."

Abschluß des Heftes: 5. Mai 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12500 Expl.

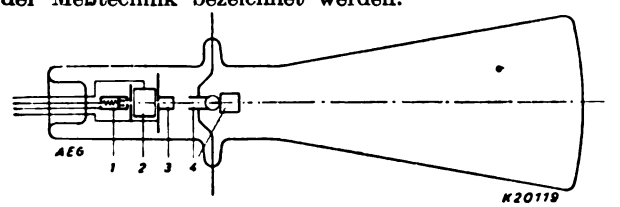
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektronenstrahl-Oszillograph.

Mitteilung der AEG.

Das Bedürfnis, elektrische, akustische und andere periodisch verlaufende Schwingungsvorgänge sichtbar zu machen, ist sehr groß, da erst die Darstellung des Kurvenverlaufes in vielen Fällen die Beurteilung vorliegender Schwingungsverhältnisse ermöglicht. Der Oszillograph kann demnach als ein ideales Hilfsmittel der Meßtechnik bezeichnet werden.



1 = Kathode. 3 = Anode,
2 = Wehnelt-Zylinder. 4 = Ablenkplatten.
Abb. 1. Schema des Aufbaues der Braunschen Röhre.

Von einem guten Oszillographen wird verlangt, daß er in allen vorkommenden Fällen in möglichst gleicher Weise verwendbar, einfach zu bedienen und mit möglichst wenigen Hilfsmitteln betriebsfähig ist. Darüber hinaus soll er leicht befördert werden können, damit man zu den Messungen nicht auf nur einen Arbeitsplatz angewiesen ist. Schließlich sollen Beschaffung und Betrieb mit möglichst geringen Kosten verknüpft sein.

Bei der Konstruktion des Elektronenstrahl-Oszillographen der AEG (Abb. 1 u. 2) sind diese Forderungen weitgehend berücksichtigt worden.

Der wesentliche Bestandteil des Elektronenstrahl-Oszillographen ist eine besonders für das Gerät entwickelte Braunsche Röhre*). (Abb. 1.) Diese verwendet einen Elektronenstrahl als Meßorgan, der auf der als Leuchtschirm ausgebildeten Grundfläche der Röhre eine Kurve beschreibt, wenn er durch elektrische oder magnetische Felder beeinflußt wird. Der Elektronenstrahl hat keine Masse und ist infolgedessen in der Lage, trägheitslos Feldänderungen beliebiger Frequenzen zu folgen. Die Verwendung des Oszillographen ist daher nicht auf das Niederfrequenzgebiet beschränkt. Bei sehr hohen Frequenzen allerdings müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden. Mit der normalen Röhre sind periodisch verlaufende Vorgänge bis zu 30 000 Hz einwandfrei aufzuzeichnen.

Die Darstellung der Meßgröße erfolgt als Zeitkurve oder Lissajou-Figur, je nachdem, ob zur zeitlichen Ablenkung des Strahles eine zeitlineare, eine sinusförmige

Abb. 2. AEG-Elektronenstrahl-Oszillograph.

oder andere bekannte Spannungskurve verwendet wird. Bei der vorliegenden Ausführung des Oszillographen ist zur Erzeugung einer zeitlinearen Spannung, deren Frequenz leicht geändert werden kann, eine Kippkreis-Anordnung vorgesehen. Außerdem sind die Anschlüsse der Ablenkplatten besonders herausgeführt, so daß eine beliebige Spannung zur Aufnahme von Lissajou-Figuren angelegt werden kann. Man hat hierdurch die Möglichkeit, den funktionellen Zusammenhang zweier Vorgänge darzustellen. Durch Anlegen der entsprechenden Spannungen ist es z. B. möglich, Röhren-Charakteristiken abzubilden.

Die Braunsche Röhre kann nur eine Kurve aufzeichnen. Um die Lage zweier Kurven zueinander festzustellen, sind entweder zwei Röhren zu verwenden oder eine Schaltwalze, die beide Vorgänge abwechselnd an die Ablenkplatten der Oszillographenröhre anlegt.

Der Eigenverbrauch der Röhre beträgt nur Bruchteile eines Milliwatt. Hierdurch wird es ermöglicht, auch in Stromkreisen zu oszillographieren, bei denen ein Meßgerät mit großem Leistungsverbrauch eine Änderung der elektrischen Verhältnisse zur Folge haben würde. Wegen der hohen Empfindlichkeit — die Verschiebung des Lichtfleckes auf dem Leuchtschirm beträgt 1 mm je V Ablenkspannung bei einer Anodenspannung von etwa 300 V — können die meisten Vorgänge direkt aufgenommen werden. Kleinere Meßgrößen müssen transformiert oder verstärkt werden, was infolge der geringen Leistungsaufnahme leicht durchzuführen ist.

Die Vielseitigkeit der Kurvendarstellung eröffnet dem Elektronenstrahl-Oszillographen weitgehende Anwendungsmöglichkeiten (vgl. Abb. 3). Der Forderung auf einfache Bedienungsweise wird durch den praktischen Aufbau Genüge geleistet.

Die Oszillographenröhre ist zusammen mit der Zeitablenkungseinrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse aus Eisenblech untergebracht, auf dessen Frontplatte der Leuchtschirm, die erforderlichen Instrumente und Bedienungsknöpfe angeordnet sind (Abb. 2). Nach

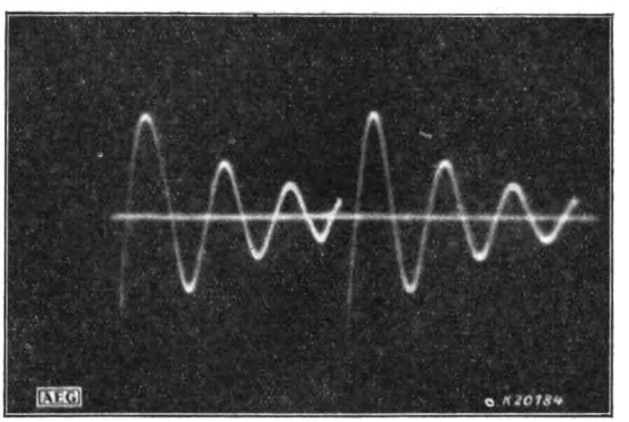


Abb. 3.
Mit dem Elektronenstrahl-Oszillographen aufgenommene Spannungskurve eines stoßerregten, stark gedämpften Schwingungskreises. Eigenfrequenz: 2300 Hz, Stoßfrequenz: 657 Hz.

Anlegen der Hilfspannungen — die Zuführung erfolgt mittels unverwechselbarer Stecker — ist der Oszillograph betriebsfertig. Die Reglung der Zeitablenkungspannung und -frequenz erfolgt durch Einstellung der zugehörigen Drehknöpfe. Durch induktive Kopplung des aufzunehmenden Vorganges mit der Zeitablenkung — Synchronisierung — ist in bequemster Weise zu erreichen, daß die Kurve auf dem Leuchtschirm vollkommen still steht. Sie kann nachgezeichnet oder photographiert werden. Mit Rücksicht auf die Einfachheit der Anordnung ist eine besondere Photographiereinrichtung nicht vorgesehen. Einmalige kurzzeitige Vorgänge, wie Einschaltvorgänge und ähnliche, können nicht oszillographiert werden.

Als Hilfspannungen werden außer einer Anodenbatterie von etwa 300 bis 400 V zwei Heizbatterien für die Braunsche Röhre und die Zeitablenkung benötigt. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die erforderlichen Betriebspannungen einem Netzanschlußgerät zu entnehmen.

Infolge des zweckmäßigen Zusammenbaus und des geringen Gewichtes bereitet der Transport des Oszillographen keine Schwierigkeiten. Seine Benutzung bleibt daher nicht auf das Laboratorium beschränkt.

Maßgebend für die Betriebskosten ist die Lebensdauer der Oszillographenröhre. Diese ist nicht für alle Röhren gleich, auch ist sie abhängig von der Sorgfalt, mit der die Röhren behandelt werden. Es kann jedoch bei richtiger Bedienung sicher mit 300 Brennstunden gerechnet werden; Röhren mit 1000stündiger Brenndauer sind keine Seltenheit. Die infolgedessen niedrigen Röhrenkosten, die unwesentlichen sonstigen Betriebskosten und der geringe Anschaffungspreis lassen erwarten, daß auch dort bald Oszillographen zur Anwendung kommen werden, wo die Kostenfrage bisher hindernd gewesen ist.

*) Zeitschrift für technische Physik/1932, Heft 9, S. 432. Archiv für Elektrotechnik 27, 1933, S. 266.

Digitized by Google

Eternit-Kabelrohre für Stark- und Schwachstromkabel sind **frei von Korrosion.**

Ihre Sondervorzüge sind: Unempfindlichkeit gegen elektr. Ströme, Rostfreiheit, Frostsicherheit, fast unbegrenzte Haltbarkeit, geringes Gewicht, glatte Innenfläche, dichte Verbindung, genaue Achshaltung im Stoss. Prospekt R 81 direkt vom Hersteller

Eternit-Kabelrohre der Reichsbahn am Wannseebahnhof Berlin-Friedenau

Deutsche Asbestzement-Aktiengesellschaft Berlin-Rudow

Diplom-Ing.

ev., mit mehrjähriger Praxis in leitender und selbständiger Stellung einer Fabrik des Kleinapparatebaues, sucht neuen Wirkungskreis. Ist allen Anforderungen einer energischen u. zielbewußten techn. Leitung gewachsen. Erfinderische und organisatorische Erfolge selbstverständlich. Beste Referenzen. Angebote unter **E. 3322** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Kunstharz-Preßwerke!

Suchen Sie tücht. Fachmann mit großer Erfahrung auf Warm- u. Kaltpreß-Gebiet, firm in Masse, Matrizen, Betriebsführung., Organisat., Vertrieb und sprachenkundig, so erb. Zuschr. unt. **E. 3332** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur

32 J., zielbew., m. mehrj. Praxis b. ersten Firmen u. reichen Erfahrg. im Elektromaschinenbau, Prüffeld, Konstruktion, Installation u. Ueberl.-Zentrale, sucht, gestützt auf beste Zeugn., Posten gleich welcher Art.

Gefl. Zuschr. u. **E. 3323** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektroingenieur

24 J., H. T. Staatsl. K'lautern, 2 J. Installations- und Werkstattpraxis, zuletzt in Ingenieurbüro tätig, woselbst er mit technischen sowie kaufmännischen Arbeiten betraut wurde, Führerschein IIIb, sucht Anfangsstellung in der **Hochspannungstechnik** oder **Fernmeldetechnik** als Montageassistent, Monteur oder Hilfsmonteur. Angeb. erb. u. **E. 3328** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Drahtfunk-ingenieur

28 J., verh., z. Z. in ungekündigter leitender Stellung, sucht sich per sofort oder später zu verändern. Zielbewußte, energische Persönlichkeit m. langjährigen Auslandserfahrungen in Organisation, Projektierung u. Ausbau von **Radio-Vermittlungsanlagen.** Angebote unter **E. 3326** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Ing.

27, arbeitsfreudg., sucht neue Stellg. i. Schwachstrom-Industr. od. größ. Installationsfirma. War als Vertriebstechniker u. Mont. bei Großfirmen tätig, Führerschein 3 b, Sprachenkenntn., spez. Französisch. Ang. unter **E. 3338** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9 erb.

CHEMIKER (Dr.)

mit wissensch. u. prakt. Erfahrung in der Herstellung **sämtlich. Isolierstoffe,** wie Isolier-Lacke, -Drähte, -Kabel, Oel-Leinen, -Seide, -Papiere, Hartpapier und Kunstmassen, z. Z. in ungekündigt. Stellung bei führend. Werk, sucht sich zu verändern. Gefl. Ang. u. **E. 3335** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9 erb.

„Wie bewerbe ich mich erfolgreich um eine Anstellung?" 6. Aufl., 1.80 RM. **Ing. G. W. Meyer, Schöna,** Sächs. Schweiz. [3336]

ETZ-Anzeigen

verbürgen den

größten Erfolg

Wir suchen einen jüngeren, besonders tüchtigen

Ingenieur

welcher Erfahrung in der Herstellung von Massenartikeln für die Elektro- und Radio-Industrie hat. Es handelt sich um einen kleineren aussichtsreich. Betrieb Württembergs, dessen selbständige technische Leitung zu übernehmen ist. Evtl. Beteiligung möglich. Angeb. u. **E. 3327** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Dipl.-Ing.

der Elektrotechnik mit guten Kenntnissen a. d. Hochspannungsgebiet für Anfangsstellung f. sofort gesucht. Bewerb. mit Referenzen, Zeugnissen, Gehaltsanspr. u. **E. 3342** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Konstruktionsbüro ein. klein. Maschinenfabrik, Nähe Aachen, sucht jüngeren

Elektroingenieur

mit konstruktiver Begabung und Erfahrung i. Transformatorenbau. Bewerbung ohne Zeugnisse nur durch Einsendung eines **Kurzen** handgeschriebenen Lebenslaufes mit Photo und Angaben über bisherige Beschäftigung und besondere Fähigkeiten sowie Gehaltsansprüche unt. **E. 3324** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Ing.-Büro, Sitz Stuttgart, gegr. 1914, eig. Haus, Büro, Lagerräume, Auto, sucht weitere

Vertretungen

nur erster elektrot. Fabriken. Gefl. Angeb. unt. **E. 3325** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Ideenreicher, durchaus selbständig arbeitender [3331]

Konstrukteur

mit nachweisbar langjähr. erfolgreicher Werkstatt- u. Konstruktionspraxis, der Spezialerfahrungen im Bau von elektr. Kleinstmotoren sowie auf dem Gebiete der Fahrradbeleuchtung besitzt, wird zum sofortigen Eintritt gesucht. Bewerbungen sind mit Angabe der Gehaltsanspr., mit Lichtbildern u. lückenlosen Zeugnisabschr. einzureichen.

Schiele & Bruchsaler - Industriewerke A.-G.
Hornberg-Schwarzwaldbahn.

Führender Industrie-Konzern sucht für seine Patentabteilung per sofort

jüngeren Physiker
oder
Diplom-Ingenieur
möglichst **Patentanwalt.**

Nur Persönlichkeit mit ganz besonderer Begabung kommt in Frage. Verlangt werden Erfahrungen auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtschutzes, in d. Hochfrequenz- u. Schwachstromtechnik, Kenntnis der einschlägigen Literatur sowie die Fähigkeit, französische und englische techn. Arbeiten fließend zu übersetzen.

Ausführl. Angebote mit Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Angabe von Referenzen sind zu richten unter **E. 3341** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Laboratoriums-Ingenieur

mit abgeschlossener Hochschulbildung und guter theoretischer u. praktischer Vorbildung für Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der **Hoch- und Niederfrequenztechnik** zum baldigen Antritt gesucht.

Nur Herren, die die genannten Voraussetzungen erfüllen und an selbständiges, zielbewußtes Arbeiten gewöhnt sind, werden gebeten, ihr Angebot mit Lichtbild, Zeugnisabschriften und Gehaltsanspr. zu richten u. **E. 3339** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Ingenieurbüro in Stuttgart **sucht**

Vertretung

einer leistungsfähigen Firma für Württemberg zu übernehmen. Angebote unter **S. H. 3359** durch **Rudolf Mosse, Stuttgart.** [3334]

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 18. Mai 1933** **Heft 20**

Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen*.

Von **Carl Beckmann**, Berlin.

Übersicht. Durch die Anwendung der Fernmeldetechnik bei Innenförderanlagen ist eine wesentliche Steigerung der Leistung und Minderung der Kosten erreicht. Die Zentralen großer Hausrohrpostanlagen werden heute mittels der Organe der selbsttätigen Telephontechnik gesteuert. Durch die gleichen Mittel erreichen die Büchsen der Stadtrohrpost selbsttätig ihre Zielstation. Auch Förderbänder und Elektropostanlagen werden heute mit Telephonieorganen gesteuert.

Rohrpost- und Innenförderanlagen dienen vorzugsweise der Förderung von schriftlichen Nachrichten. Es ist daher erklärlich, daß die Firmen, die der Deutschen Reichspost Apparate für Nachrichtenübermittlung — Telegraphen, Telephone — liefern, auch die Herstellung von Fördermitteln übernommen haben, mit denen schriftliche Nachrichten — Telegramme, Briefe, Akten, Schecks usw. — gefördert werden. In Amerika hat die Entwicklung dieser Anlagen andere Wege beschritten, weil sie dort fast ausschließlich von Sonderfirmen hergestellt werden.

Unter Zuhilfenahme der heute hoch entwickelten Fernmeldetechnik ist es den deutschen Firmen gelungen, die Herstellungskosten dieser Anlagen zu vermindern und ihre Leistung bedeutend zu steigern. Ich beabsichtige den Einfluß zu schildern, den die Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen genommen hat, und zwar beschränke ich mich hierbei auf die Fabrikate der Mix & Genest Aktiengesellschaft.

1. Hausrohrpost.

Ich darf voraussetzen, daß die Wirkungsweise und Anordnung einer Hausrohrpostanlage allgemein bekannt ist. Durch Vereinfachung der Rohrschaltung gelangte man schließlich zum Kreislauf-Weichenbetrieb, bei dem nur ein zu einem Ring zusammengeschlossenes Rohr für die Verbindung sämtlicher Stationen untereinander angewendet wird. Die Empfangsapparate sind mittels Weichen an das Rohr angeschlossen. Hier setzt nun die Anwendung der Fernmeldetechnik ein. Die Weichen werden elektrisch gesteuert. Die Umlegung der Weichenzungen erfolgt elektromagnetisch, wenn durch Druckknöpfe, die bei jeder Station in entsprechender Anzahl angeordnet sind, der Stromkreis für den zugehörigen Weichenmagnet geschlossen wird. Ein weiterer Fortschritt ist durch das vor einigen Jahren von der Mix & Genest Aktiengesellschaft eingeführte Hausrohrpostsystem mit Ringkontaktsteuerung erzielt worden. Die Rohrpostbüchse erhält auf ihrem Umfange eine Anzahl Kontaktringe, die mit einer am Kopf der Büchse befindlichen Schaltvorrichtung verbunden sind. Durch Drehen des mit Nummern versehenen Schaltringes kann dieser mit jeweils einem der Kontaktringe verbunden werden. In kurzer Entfernung vor jeder Station sind in das Rohr hineinragende Kontaktbürsten vorgesehen, deren Abstand voneinander bei den einzelnen Stationen verschieden ist. Die Kontaktbürsten stehen mit der Stromquelle und einem Relais in Verbindung. Im Vorbeifahren berühren die Ringe der Büchse die Kontaktbürsten. Wenn nun der Abstand der eingeschalteten Ringe mit demjenigen der Bürsten einer Station übereinstimmt, so erfolgt ein Stromschluß für das Relais über die beiden Kontaktbürsten und die miteinander verbundenen Ringe der Büchse. Dadurch wird die Weiche der Zielstation umgestellt. Um ein Zusammenfahren der Büchsen bei lebhaftem Verkehr zu vermeiden, ist eine besondere Rohrschaltung notwendig. Sämtliche Stationen werden durch 2 Rohre verbunden, von denen das eine sämtliche Sender, das andere sämtliche Empfänger enthält. Das Senderohr schließt mit einem Empfangsapparat ab. Unter diesem Apparat ist ein Abstandregler, Abb. 1, angeordnet. Die ankommenden Büchsen gleiten auf ein langsam laufendes Förderband. Am Ende des Förderbandes beginnt das zu den Empfangsapparaten führende Rohr. Nähert die

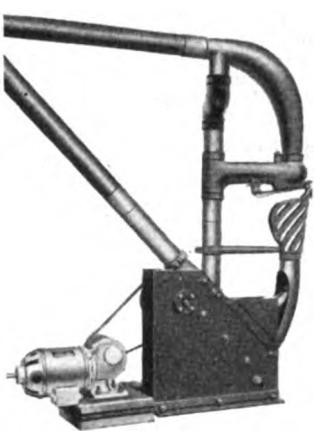


Abb. 1. Büchsenabstandregler für Hausrohrpost mit Ringkontaktsteuerung.

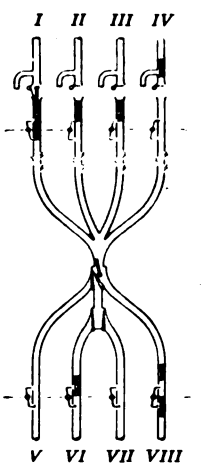


Abb. 2. Selbsttätige Hausrohrpost-Zentrale.

Büchse sich dem Rohrende, so wird sie vom Luftstrom angesaugt und zur Empfangstation geführt, für die sie eingestellt ist. Infolge der gleichmäßigen Bewegung der Förderbänder erhalten die Büchsen Abstände von 4 bis 5 s voneinander, was für einen einwandfreien Betrieb genügt. Das Rohrpostsystem mit selbsttätiger Steuerung der Weichen mittels der Büchsen gibt die Möglichkeit, Rohrpostanlagen großen Umfanges mit vollkommen selbsttätig gesteuerter Zentrale auszuführen. Das Prinzip einer derartigen Zentrale ist in Abb. 2 dargestellt. Sämtliche Sender der Anlage sind an die Rohre *I* ··· *IV* angeschlossen, die Rohre *V* ··· *VIII* führen zu den Empfängern. Unterhalb der Senderohre sind mechanisch gesteuerte Fangvorrichtungen vorgesehen, die immer nur je eine Büchse in das gemeinsame Fallrohr gleiten lassen. In diesem Rohr sind die Kontakte für die Steuerung angeordnet. Unterhalb des Rohres zweigen 4 mit Weichen versehene Rohre ab, die zu den Rohren *V* ··· *VIII* der Empfangsapparate führen. Die letzteren besitzen gleichfalls Fangvorrichtungen, die hier zur Abstandsregelung der Büchsen benutzt werden. Die Büchsen werden mit 2 Gruppen von Kontaktringen ausgerüstet, von denen die eine für die Steuerung des Rohrstranges in der Zentrale, die andere für die Steuerung der Weiche der Zielstation bestimmt ist. In Abb. 3 sind die Leistungen der geschilderten Rohrsysteme für eine große Anlage mit Zentralverkehr gegenübergestellt. Bei dem alten System mit Handbetrieb können rd. 900 Büchsen/h in der Zentrale umge-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für elektrisches Nachrichtenwesen) am 4. X. 1932.

Digitized by Google

laden werden. Beim Kreislauf-Weichensystem fällt die Leistung dieser Anlage auf rd. 80/h. Die vollkommen selbsttätig gesteuerte Anlage dagegen kann eine Leistung bis zu rd. 3600 Büchsen theoretisch erreichen, eine Zahl, die in der Praxis selbstverständlich nie erreicht wird. Sie zeigt aber die große Überlegenheit der vollselbsttätigen Büchsensteuerung gegenüber allen anderen Systemen großer Haus-Rohrpostanlagen.

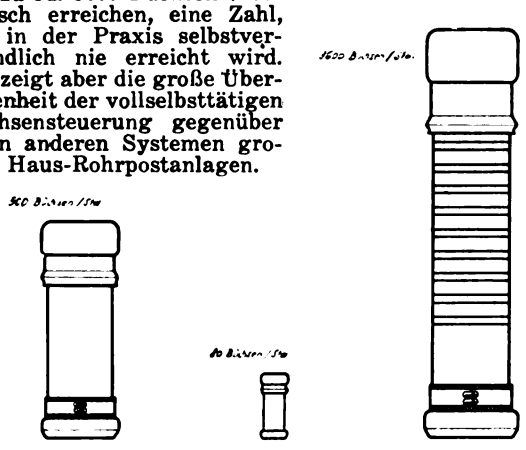


Abb. 3. Gegenüberstellung der Leistungen verschiedener Rohrpostsysteme.

2. Stadtrohrpost.

Bei der Stadtrohrpost hat die Entwicklung einen ähnlichen Verlauf genommen wie bei der Hausrohrpost. Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb zu erhalten, sieht man heute für jede Linie ein besonderes durch Elektromotor angetriebenes Gebläse vor, das nur bei Bedarf selbsttätig eingeschaltet wird. Die Selbstanlasser der Gebläse werden mit Hilfe ferngesteuerter Relais unmittelbar durch die abgehenden und ankommenden Büchsen eingeschaltet. Damit mehrere Büchsen gleichzeitig in einem Rohr befördert werden können, sind Zählvorrichtungen vorgesehen, die die Zahl der im Rohr befindlichen Büchsen angeben und die Gebläse so lange eingeschaltet

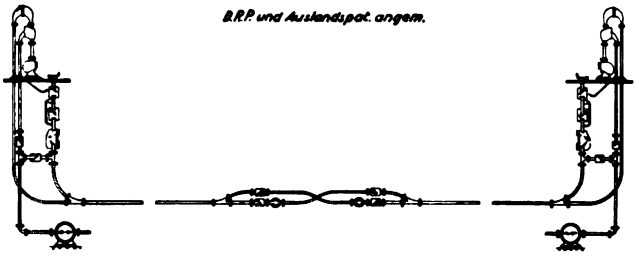


Abb. 4. Gegenlauf-Ruheschaltung für Stadtrohrpost-Linien.

lassen, bis die letzte Büchse das Rohr verlassen hat. Auch bei den großen Stadtrohrpost-Anlagen ist die Leistung durch Einführung von Weichen gesteigert worden. Bei den älteren Anlagen war es üblich, daß die Büchsen in Zügen nach einem bestimmten Fahrplan von Station zu Station geschickt wurden. Die Zwischenstationen nahmen die für sie bestimmten Büchsen heraus und sandten die übrigen Büchsen weiter. Durch die unvermeidlichen Liegezeiten bei den Zwischenstationen traten naturgemäß erhebliche Verzögerungen ein, so daß die letzten Büchsen die an der Stadtgrenze liegende Station erst nach einer Stunde erreichten. Durch die von der Mix & Genest AG. zuerst eingeführte Anordnung der Weichen mit elektrischer Steuerung ist ein Fließbetrieb des Rohrpostverkehrs und eine wesentliche Verminderung der Fahrzeit der Büchsen erreicht worden. Es sind heute drei Verfahren für die Steuerung der Weichen in Gebrauch. Das erste entspricht der auch bei der Hausrohrpost gebräuchlichen Druckknopfsteuerung. Bei der meistens im Haupttelegraphenamt gelegenen Zentralstelle sind für die einzelnen Strecken Druckknöpfe vorgesehen, mit denen die Weichen der Zwischenstationen umgesteuert werden. Dieses Verfahren setzt die Absendung eines Büchsenzuges von der Zentrale voraus. Die Reihenfolge der Büchsen ist so angeordnet, daß die erste Büchse bei der ersten, die zweite bei der zweiten, die dritte bei der dritten Station usw. ausgeschleust werden. Die sehr umfangreiche Anlage der Stadt Prag wird nach diesem System betrieben. Die etwa 25 Apparate umfassende Zentrale dieser Anlage kann als die größte Stadtrohrpost-Zentrale in Europa bezeichnet werden.

In dieser Anlage ist eine interessante Neuerung zur Ausführung gekommen. Abb. 4 zeigt die Rohrschaltung. Das Rohr ist in der Mitte geteilt und verzweigt, so daß hier zwei Rohre in der gezeichneten Weise eine kurze Strecke nebeneinanderlaufen. Die Rohrstücke werden durch Klappen gegen den Luftstrom in der einen oder anderen Richtung abgedichtet. Eine oder mehrere von einer Station mit Druckluft ankommende Büchsen überfahren die Luftklappe und die dahinter liegende Rohröffnung. Da die Druckluft aus der Öffnung ins Freie strömt, so bleiben die Büchsen zunächst in dem weiterführenden Rohrstück liegen. Erst wenn auf der Gegenstation Sauglufft eingeschaltet wird, fahren sie weiter, weil die Luft jetzt in die Rohröffnung einströmt und die Büchsen antreibt. In Prag ist man noch einen Schritt weitergegangen und hat diese Umgehungstelle in eine Station hineinverlegt. Die Steuerung der Gebläse erfolgt auch hier vollkommen selbsttätig. Der Erfolg dieser sogenannten Gegenlaufschaltung ist in Abb. 5 dargestellt. Nach dem alten Verfahren mit Handumladung (Linie *a*) sandte man die Büchsen nur in der einen oder anderen Richtung. Die Büchse erreichte die Endstation also erst in 5,5 Zeiteinheiten und kam nach 11,5 Zeiteinheiten zurück. Bei dem Gegenlaufverfahren mit elektrischer Weichensteuerung (Linie *b*) erreicht die Büchse ihr Ziel schon nach 4,5 Zeiteinheiten; die entgegenkommende Büchse ist gleichfalls schon nach 4,5 Zeiteinheiten eingetroffen.

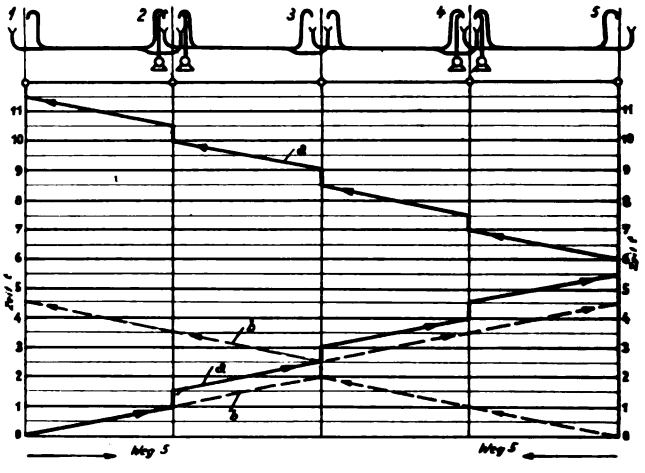


Abb. 5. Durch Gegenlaufschaltung erreichte Zeitersparnis.

In der Berliner und Pariser Stadtrohrpost hat man versuchsweise elektrische Büchsensteuerungen eingeführt, bei denen die Büchsen in beliebiger Anzahl und in beliebiger Reihenfolge von jeder Station zu jeder Station gesandt werden. Für dieses System unterscheidet man 2 Verfahren der Steuerung der Weichen. Bei dem ersten Verfahren sind die einstellbaren Steuermittel mit der Büchse verbunden. Die Stationen enthalten ortsfeste eingebaute Vorrichtungen, die durch die Büchsen je nach der Einstellung betätigt werden. Bei dem zweiten Verfahren kommen normale Büchsen ohne jede Einstellvorrichtung zur Anwendung. Die eigentlichen Steuerorgane sind bei den Stationen angeordnet. Sie werden durch Druckknöpfe vorbereitet und durch die ankommenden Büchsen ausgelöst. Es findet hierbei ein selbsttätiges Abzählen der Büchsen statt derart, daß die Steuerung selbsttätig von Station zu Station weitergegeben wird, bis die Büchse das gewünschte Ziel erreicht hat. Die Mix & Genest AG. hat beide Verfahren in Linien der Berliner Stadtrohrpost ausgeführt. Bei der Linie HTA—PA 17 am Schlesischen Bahnhof erfolgt die Steuerung der Büchsen mit Hilfe der Hochfrequenztechnik (Abb. 6). Unmittelbar in den Empfangsapparat eingebaut sind 2 Spulen *b*, *c*, die von den ankommenden Büchsen passiert werden. Die Spulen stehen mit 2 Röhrenlampen *f*, *h* in Verbindung, von denen die eine als Impulsverlängerer geschaltet ist. Diese Röhre betätigt in bekannter Weise ein Relais, durch das die Weiche eingeschaltet werden kann. Durch die Röhren erhalten die in das Förderrohr eingebauten Spulen hochfrequente Schwingungen. Die Büchsen sind mit einem einstellbaren Schwingungskreis ausgerüstet. Durch den am Ende der Büchse befindlichen Schalter kann ein in die Büchse eingebauter Schwingungskreis auf eine bestimmte Wellenlänge eingestellt werden. Die Empfangspulen der Stationen werden für bestimmte Schwingungszahlen fest abgestimmt. Passiert nun eine

Digitized by Google

Büchse, deren Schwingungskreis mit dem der Station in Resonanz ist, die Empfangspulen, so erhält das Gitter der Röhre *h* eine negative Ladung, das Relais fällt ab und die Weiche wird betätigt. Im anderen Falle fährt die Büchse ohne weiteres in den Sender des nächsten angeschlossenen Förderrohres. Das andere Verfahren, bei dem normale Büchsen und für die Steuerung Teile der selbsttätigen Telephonie Anwendung finden, ist von der Mix & Genest AG. auf der Linie Charlottenburg—Wilmersdorf ausgeführt. Jedem Sender sind soviel Druckknöpfe zugeteilt, als Stationen in der Fahrrichtung vor ihm liegen. Die Zwischenstationen sind mit je 2 vierarmigen Wählern ausgerüstet, von denen der eine von den Druckknöpfen der zurückliegenden Station durch Relais betätigt wird und die abgegebene Steuerung speichert. Der zweite Wähler erhält seinen Impuls von der Büchse im Augenblick, wenn sie den Empfangsapparat verläßt. Durch den zweiten Wähler wird nun entweder die Weichenzunge der Station eingestellt, oder die Impulse werden an die nächste Station weitergegeben, wo sie gleichfalls gespeichert bleiben, bis die Büchse diese Station erreicht hat und die Ausschleusung erfolgt. Die Wähler und Relais können an einer Endstelle vereinigt

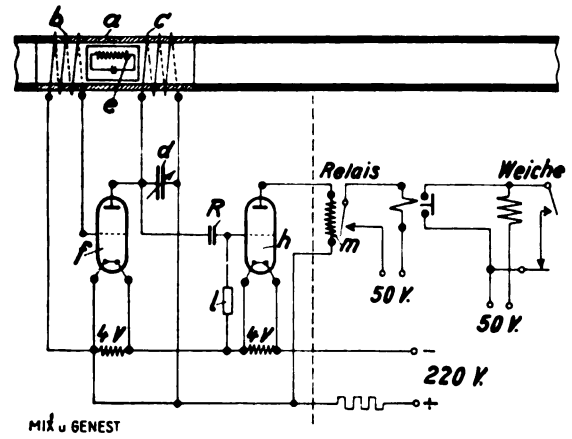


Abb. 6. Büchsensteuerung mit Hochfrequenzschaltung.

werden, was einen entsprechenden Aufwand von Kabeladern voraussetzt, da auch Leitungen für die Glühlampen-Kontrolltableaux, die Steuerung der Zählwerke usw. benötigt werden. Einfacher und für die Überwachung praktischer ist es, die Schaltwerke bei jeder Station aufzustellen, zu der sie gehören. Mit dieser Schaltung ist es möglich, von jeder Station zu jeder anderen eine beliebige Anzahl Büchsen zu jeder Zeit zu senden. Beide Systeme haben ihre Vorteile und ihre Nachteile. Bei dem ersten System, bei dem die Büchse die Trägerin der Steuerung ist, kann bei Störungen nur eine Büchse zu einem Irrläufer werden, während bei dem zweiten System eine Störung sich leicht auf die ganze Linie verteilen kann. Ein Nachteil des ersten Systems ist, daß die Büchsen Steuerorgane tragen müssen, während bei dem zweiten System normale Büchsen angewendet werden.

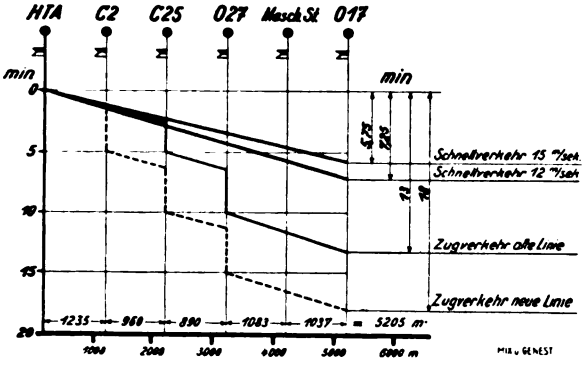


Abb. 7. Zeitgewinn des Schnellverkehrs mit selbsttätiger Büchsensteuerung gegenüber dem Zugverkehr in Stadtrohrpost-Anlagen.

In Abb. 7 ist der erzielte Zeitgewinn nach Einführung der selbsttätigen Steuerung und des Schnellverkehrs auf der Linie HTA—PA 17 graphisch dargestellt. Auch die Leistung ist ungefähr auf das Vierfache gewachsen.

3. Förderbänder.

Die Lösung des Problems, die von einem Förderband transportierten Gegenstände an beliebig viel Empfänger selbsttätig zu verteilen, ist an sich bekannt, wo es sich um Massen oder Gegenstände von Gewicht handelt. Besondere Schwierigkeiten entstehen aber, wenn es sich um Zettel, Karten oder dgl. handelt. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt auch mit Hilfe der Fernmeldetechnik, indem Sende- und Empfangsgeräte elektrisch von einem Kontaktwerk gesteuert werden, das unmittelbar von dem Förderband angetrieben wird und mit ihm synchron läuft. Die Kontaktvorrichtung betätigt die Sender der Reihe nach und dann die Empfänger in dem Augenblick, wenn die Papiere die Zielstation erreicht haben.

4. Elektropost.

Von den neuzeitlichen Innenförderanlagen, insbesondere den für den Aktentransport bestimmten, hat die von der Mix & Genest AG. eingeführte Elektropost große Verbreitung erlangt. Die Elektropost besteht bekanntlich aus der Kombination einer Elektrohängebahn mit elektrisch gesteuerten Aufzügen, von denen jeder Station einer zugeteilt ist. Durch am Wagen und den Kabinen angebrachte Aufnahmefächer werden die Gegenstände vom Aufzug auf den Wagen und umgekehrt übergeben. Für die Steuerung der Sendungen von einer Station zur anderen benutzt man die bei der selbsttätigen Telephonie gebräuchlichen Organe, u. zw. wird jeder Wagen durch eine bestimmte Kontaktkombination charakterisiert. Dreht man die bei der Station befindliche Nummernscheibe auf die gewünschte Nummer, so wird die Nummer der Zielstation in der Zentrale gespeichert. Nähert sich ein Wagen der Sendestation, so erfolgt zunächst von der Zentrale aus eine Prüfung, ob der Wagen leer oder beladen ist. Ist der Wagen leer, so wird der Aufzug eingeschaltet. Gleichzeitig überträgt die Zentrale die aufgespeicherten Impulse des betreffenden Wagens auf ein zu der angesteuerten Station gehöriges Relais, dessen Kontakte die Stromwege der Zielstation so vorbereiten, daß deren Aufzug zum Ansteigen veranlaßt wird, sobald sich der Wagen dieser Station nähert. Wenn der Wagen weniger als rd. 2,5 cm hoch beladen ist, so können Zuladungen erfolgen, wenn er auf seinem Wege zur Zielstation auf Stationen trifft, die für das gleiche Ziel gesteuert haben. Es besteht auch die Möglichkeit, daß eine Station, die eine Sendung empfängt, gleichzeitig eine Sendung abgibt. Die Wählapparate sind mit Kontrollampen versehen, die anzeigen, ob die Wählung zustandegekommen ist.

Die Schienenführung ist auf einem Glühlampentableau in der Zentrale wiedergegeben. Glühlampen zeigen an, wo sich Wagen auf der Strecke befinden und welche Wagen beladen sind. Wenn die Anlage sehr umfangreich ist und die Wagen für einen Umlauf sehr viel Zeit benötigen, ist es zweckmäßig, den Umlauf durch Anbringen von Weichen abzukürzen, die gleichfalls selbsttätig gesteuert werden.

5. Paternosteraufzüge.

Zum Schluß zeige ich noch die Lösung eines Problems, das auch nur mit Hilfe der Fernmeldetechnik gelöst werden konnte. In einer Zigarettenfabrik werden die mit Zigaretten gefüllten Transportkästen aufrechtstehend auf Förderketten gefördert. Die auf Kettenbahnen geförderten Kästen werden in einen Umlaufaufzug hineingefahren. Im Augenblick, wo der Kasten die Aufzugskabine ausfüllt, schließt er einen Kontakt, durch den die elektrische Kupplung den Antrieb des Aufzuges mit dem dauernd laufenden Motor verbindet. Hat sich der Umlaufaufzug um eine Teilung bewegt, so wird er selbsttätig stillgesetzt. Wenn ein Kasten den tiefsten Punkt erreicht hat, so setzt er aufrechtstehend auf eine Transportkette auf und wird weiterbefördert.

Ich glaube, Ihnen in meinen Ausführungen den Nachweis erbracht zu haben, wie die Fernmeldetechnik heute andere Gebiete befruchtet und insbesondere bei der Fördertechnik zu größerer Wirtschaftlichkeit und größeren Leistungen geführt hat.

Digitized by Google

Direkter Nachweis der Raumladung in Ölen.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung.)

Von A. Gemant, Berlin.

Übersicht. Die bei hochgradig gereinigten Ölen auftretenden, den Elektroden benachbarten Raumladungen von der Elektrode entgegengesetztem Vorzeichen werden nach einem direkten Verfahren bestimmt. Die betreffenden Ölgebiete werden mittels passend angebrachter durchlässiger isolierender Hülsen nach Spannungsbeanspruchung von dem übrigen Öl abgetrennt und ihre Ladung ballistisch gemessen. Die Ergebnisse an einer parallelen und einer koaxial-zylindrischen Anordnung werden mitgeteilt.

1. Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daß hochgradig gereinigte flüssige Dielektriken, insbesondere Öle, beim Stromdurchgang sehr ähnliches Verhalten aufweisen wie Gase bei der unselbständigen Entladung. Der Unterschied ist nur der, daß die Ladungsträger in Gasen durch Fremdionisierung, z. B. Bestrahlung, entstehen, während ihre Quelle in flüssigen Dielektriken in der Hauptsache in der elektrolytischen Dissoziation liegt. Zwar ist auch hier vielfach ein gewisser Einfluß der Bestrahlung festzustellen, im wesentlichen besteht aber eine Leitfähigkeit auch bei praktischem Ausschluß jeglicher Strahlungsquellen. In diesem Sinne spricht auch die große Rolle geringster Feuchtigkeitsspuren, sie zeigt so, daß die Restleitung auch bei bester Reinigung doch noch von den letzten Spuren Wasser herrührt. Das Wasser zerfällt im Öl zu einem sehr geringen Bruchteil in H^+- und OH^--Ionen, daher die Leitfähigkeit. Da aber dieser Zerfall mit endlicher Geschwindigkeit verläuft, so müssen sich im wesentlichen ähnliche Zustände ausbilden wie in Gasen mit Fremdionisierung. Die wesentlichsten Merkmale dieser Entladung sind die Abweichung vom ohmschen Gesetz mit Annäherung an einen Sättigungstrom und die Ausbildung von Raumladung. Das erste Merkmal ist besonders für Öle von A. Nikuradse[1] nachgewiesen worden. Der Nachweis des Sättigungstromes ist nach unseren Erfahrungen keineswegs leicht. Erstens gehört dazu eine weitgehende Entwässerung des Öles, zweitens wird er leicht durch Stoßionisierungserscheinungen verdeckt, welche sehr bald bei Feldstärken, die zur Sättigung führen, ebenfalls auftreten.

Die Raumladungen sind von J. Whitehead[2] nachgewiesen worden, u. zw. mittels Sondenmessungen. Die Ursache der Raumladungen ist nämlich die Verarmung an gleichgeladenen Ionen in der Nähe der Elektroden, da die Nachlieferung nicht von den Elektroden, sondern von der Flüssigkeit selbst mit endlicher Geschwindigkeit erfolgt. Infolge der dadurch entstehenden Raumladung entgegengesetzten Vorzeichens ist die Feldstärke an den Elektroden höher als in der Mitte, das Potential fällt nicht geradlinig ab. Dieser gekrümmte Verlauf des Potentials konnte von Whitehead durch Sondenmessung nachgewiesen werden.

Die vorliegende Arbeit bezweckt, diese Raumladung noch unmittelbarer als durch Potentialmessung, nämlich durch direkte ballistische Messung festzustellen. Es dürfte den Elektrotechniker methodologisch sicher interessieren, daß und wie man bei einem weitgehend homogenen Feld aus flüssigen Dielektriken Raumladungen herausholen kann. Da die Versuche nur halbquantitativen Charakter haben, so begnügen wir uns mit einer kurzen Beschreibung. Das Prinzip besteht darin, daß der Raum zwischen den Elektroden derart ausgebaut wird, daß ein Teil des Öles unmittelbar nach Abschaltung der Spannung vom übrigen Öl abgetrennt werden kann. Das geschieht mittels öldurchlässiger Hülsen. Bringt man den abgetrennten Teil in einen isolierten Behälter, so läßt sich von hier aus die Ladung über ein ballistisches Galvanometer zur Erde ableiten.

Es sei noch hinzugefügt, daß die hier beschriebenen Ladungen von den in der Hochspannungstechnik vielfach beobachteten Aufladungen der Öle durch glimmende Elektroden, wobei die Ladung jeweils dasselbe Vorzeichen hat wie die Elektrode, wesensverschieden sind.

2. Die eine Anordnung, die wir nach obigem Prinzip bauten (Abb. 1 a), bestand aus einem Glasgehäuse g mit zwei parallelen Messingelektroden e, welche ganz in Öl tauchten. Vor der einen Elektrode befand sich die aus porösem Papier hergestellte flache Hülse h, welche oben mit einer Öffnung versehen war. Die Elektroden und die Hülse wurden unten mittels eines Stützers s aus Hartgummi festgehalten. Die mit Öl gefüllte Hülse bot dem Stromdurchgang keinerlei Hindernis, gestattete jedoch ohne weiteres mittels eines isolierten Griffes gr das Herausholen des in der Nähe der Elektrode befindlichen Öles und Einsetzen desselben in den isolierten metallischen Behälter Abb. 1 b, welcher ebenfalls mit Öl gefüllt war.

Die Fläche der Elektroden betrug 17 · 10 cm, ihr Abstand war 3 cm. Die Dicke der Hülse war etwa 8 mm. Das Transformatorenöl wurde vor dem Versuch sorgfältig in Vakuum entwässert. Nur maximal entwässerte Öle zeigten meßbare Ladungen. Nachdem Gleichspannung an die Elektroden gelegt wurde und diese etwa 5 min lang angeschlossen war, wurde sie abgeschaltet, dann wurden die Elektroden für einen Augenblick kurzgeschlossen, um ihre Ladung zu vernichten. Sodann wurde die Hülse rasch in den Behälter hinübergebracht und darauf sowohl der Behälter als auch die beiden Elektroden (jede für sich) über ein ballistisches Galvanometer geerdet.

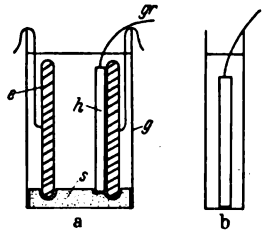


Abb. 1. Ebene Meßanordnung.

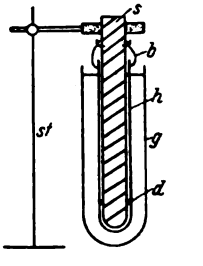


Abb. 2. Zylindrische Versuchsanordnung.

War z. B. die rechte Platte (Abb. 1 a) positiv, so ergab die Hülse stets eine negative Ladung, während beide Elektroden positiven Ausschlag gaben. Dieser letzte Ausschlag rührt von jener Ladung der positiven Elektrode her, welche von der Raumladung gebunden war und welche nach Entfernung der Hülse frei geworden ist. Streng genommen müßten somit die Hülsenladung und die Summe der beiden Elektrodenladungen identisch sein, in Wirklichkeit ist die Hülsenladung wegen der beim Transport unvermeidlichen Verluste etwas geringer.

Wie die Versuche ergaben, war eine Polarität nicht festzustellen, die Raumladung war dieselbe bei der positiven wie bei der negativen Elektrode. Zahlentafel 1 gibt eine der zahlreichen Messungen wieder. Spalte 1 enthält die angelegte Gleichspannung in kV, Spalte 2 die Ladung der Hülse in Coul., Spalte 3 die Summe der Elektrodenladungen. Dieselbe Zahl kann als Maß der Raumladung in der Nähe der positiven Elektrode betrachtet werden. In der 4. Spalte steht zum Vergleich die errechnete Elektrodenladung der Anordnung, wie sie ohne Raumladung vorhanden wäre. Man sieht, daß 1. die Raumladung proportional der Spannung wächst, daß sie 2. etwa ⅔ der raumladefreien Elektrodenladung ausmacht.

Zahlentafel 1.

Gleichspannung in kV	Hülsenladung in C	Elektrodenladung in C	raumladefreie Elektrodenladung
+ 5	$-3{,}5 \cdot 10^{-8}$	$+4 \cdot 10^{-8}$	$5{,}5 \cdot 10^{-8}$
10	6,5	7,0	11
15	10,5	10,5	16,5
20	12,0	14,0	22

Es sei noch erwähnt, daß die Versuche in der angegebenen Weise nur dann gelingen, wenn die Isolierung der beiden Behälter einwandfrei ist (Paraffin), und wenn die einzelnen Handlungen möglichst rasch ausgeführt werden.

3. Außer der beschriebenen Anordnung führten wir eine Reihe von Versuchen auch mit einem anderen Elektrodenpaar aus, welches konaxial angeordnet war. Man könnte nämlich bei der vorigen Anordnung einwenden,

[1] A. Nikuradse u. R. Russischwili, Ann. Physik Bd. 8: S. 811 (1931).

[2] J. Whitehead u. R. Marvin, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 9, S. 647 (1930). Ref.: ETZ 1930, S. 1783.

Digitized by Google

daß wir die Ölschichten unmittelbar an der Elektrode nicht erfaßt haben, da die Hülse nicht fest auflag. Umgibt die Hülse konzentrisch die Innenelektrode, so wird die Raumladung tatsächlich noch besser erfaßt. Allerdings ist dann das Feld nicht mehr streng parallel (Abb. 2). Das metallische Gefäß *g* war zylindrisch, mit einem Innendurchmesser von 45 mm, die stiftförmige Innenelektrode *s* war ebenfalls zylindrisch, Durchmesser 20 mm. Letztere wurde durch den Ständer *st* gehalten. Um den Innenzylinder befand sich die mit Abstandhaltern *d* versehene zylindrische Papierhülse *h*, welche mittels isolierender Bänder *b* an Haken des Zylinders aufgehängt war. Die wirksame Zylinderlänge betrug 20 cm. Nach erfolgter Beanspruchung wurden die Elektroden auf kurze Zeit verbunden, dann der Stift herausgeholt, die Hülse schnell abgezogen und in einen zweiten mit Öl gefüllten Behälter gebracht. Dann wurden Hülse, Stift und Gehäuse über das ballistische Galvanometer entladen. Eine typische Messung zeigt Zahlentafel 2, wobei wieder die Ladung des Stiftes und des Gehäuses in der dritten Spalte addiert wurden.

Das Ergebnis ist vom vorigen insofern verschieden, als die Raumladung mit steigender Spannung nicht proportional zunimmt, sondern beinahe einem Grenzwert zuzustreben scheint. Anfangs beträgt sie $^4/_3$ der raumladefreien Elektrodenladung, also tatsächlich mehr als in der vorigen Anordnung. Das Zurückbleiben der Raumladung könnte man zunächst auf ungenügende Isolierung und sonstigen Ladungsausgleich zurückführen. Jedoch waren die Feldstärken höher als im vorigen Versuch (rd. 20 kV/cm), so daß der Strom vielleicht schon der Sättigung sich näherte. In diesem Falle muß aber, wie z. B. die Thomsonsche[3] Theorie der Raumladungen ergibt, auch letztere mit steigender Spannung einem Sättigungswert zustreben. Es ist durchaus möglich, daß wir hier schon diesen Effekt beobachtet haben.

Zahlentafel 2.

Gleichspannung in kV	Hülsenladung in Coul.	Elektrodenladung in Coul.	Raumladefreie Elektrodenladung
+ 0,8	$-2{,}0 \cdot 10^{-8}$	$+3{,}5 \cdot 10^{-8}$	$2.6 \cdot 10^{-8}$
1,7	5,0	7,0	5,3
3,5	9,0	10	10,6
7,0	13	15	21
14	13	17	42

[3] M. v. Laue in Marx: Handbuch der Radiologie Bd. 6. Leipzig 1925.

Die Elektrisierung landwirtschaftlicher Betriebe.

Übersicht. Wie vor 30 Jahren, nach einem gewissen Abschluß im Bau städtischer Elektrizitätswerke und Verteilungsanlagen, die Elektrizitätsversorgung ländlicher Gebiete durch die Überlandzentralen eine Neubelebung des elektrotechnischen Geschäftes brachte, so hofft man in der jetzigen Krise die landwirtschaftlichen Betriebe in stärkerem Maße für Anwendung elektrischer Maschinen und Verfahren zu gewinnen. Die Werbung liegt jetzt erst in zweiter Linie bei der elektrotechnischen Industrie und zunächst bei den Überlandzentralen. Einige bezügliche Ausführungen in Buchform und in der Fachpresse aus Süd- und Nordamerika und Europa sollen hier besprochen werden.

Die Elektrisierung der Landwirtschaft scheint jetzt in den Ländern landwirtschaftlichen Hochstandes in den Vordergrund des Interesses zu treten. Aus dem von der N. Y. Even. Post wie alljährlich zum 3. I. 1933 herausgegebenen Jahresbericht für Geldwirtschaft und Geschäftsleben, welcher Einzelberichte der ersten Fachleute des Landes zu bringen pflegt, schreibt Chester M. Withington[1]: „Daß in der Ausbreitung der Elektrisierung der Landwirtschaft eine außergewöhnliche Tätigkeit eingesetzt hat, erhellt aus der Tatsache, daß heute mehr als 707 000 Farmer in den V. S. Amerika jetzt an elektrische Kraftversorgungsysteme angeschlossen sind gegenüber 695 000 am Ende von 1931." — Auch die erste elektrotechnische Fachzeitschrift der V. S. Amerika[2] bringt drei Aufsätze über diese Fragen aus den letzten Monaten.

Aber auch in Südamerika bringt man dieser Frage erneut großes Interesse entgegen, wie das im Auftrage der argentinischen Elektrizitätsunternehmungen verfaßte Buch von Luis S. Sidler[3] bezeugt.

Sidler bespricht die verschiedenen Fragen, die eine besonders zu dem Zwecke der Elektrisierung zu schaffende Landesanstalt zu lösen hätte. Bis jetzt brächten die Landwirte der ganzen Erde dieser Frage ein sehr geringes Interesse entgegen, deshalb müßte eine Erziehung des Publikums seitens der öffentlichen Werke einsetzen (Hockenheimer S. California Edison Co.). Aus Mangel an Kenntnissen beschränkte sich der Elektrizitätsverbrauch der Landwirte fast nur auf kleine Beleuchtungsanlagen, diese rentierten die durch die ländlichen Verhältnisse bedingten langen Zuleitungen nur ungenügend, so daß sich ein relativ hoher kWh-Preis ergebe. Anstatt so auf gespanntem Fuße zueinander zu stehen, müßte ein kooperatives Zusammenarbeiten zwischen Landbevölkerung, Elektrizitätswerken und installierender Industrie erzielt werden. Es müßte eine Versuchsfarm geschaffen werden, wo die Landwirte sich von den tatsächlichen Kosten von Installation und Betrieb und den Ersparnissen elektromotorischer landwirtschaftlicher Anlagen selbst überzeugen könnten. Seitens der Elektrizitätswerke müßten dann Organisationen geschaffen werden, die den Landwirten die Beschaffung solcher Anlagen finanziell erleichtern, wenigstens im Anfang. Zur Beschleunigung der Einführung elektrischer Anlagen wäre es von großem Vorteil, wenn diese Finanzorganisation die Bezahlung mit gewissen landwirtschaftlichen Produkten zuließe. Bei Besprechung der zahlreichen Verwendungsarten von Starkstrom, Schwachstrom, ultravioletten und X-Strahlen in der Landwirtschaft wird betont, daß bei alldem die Elektrisierung kein Allheilmittel für die Nöte der Landwirtschaft sei, aber gerade in Argentinien könnte durch Ersatz der Handarbeit erzielt werden, daß mehr Qualitätsware erzeugt würde. Argentinien, eines der Hauptweizenländer der Erde, ist z. Z. genötigt, seinen Weizen durch Unterbieten des Weltmarktpreises zu verkaufen, hierin würde die Elektrisierung gründlichen Wandel schaffen.

Den Schlüssel zur Elektrisierung bildet das Verteilungsnetz. Von praktischen Beispielen wird entnommen, daß pro ha rd. 30 m Leitung erforderlich und ausreichend sind, und daß der km fertig verlegter Leitungstraße einschließlich Transformatoren für 3000 RM[4] zu erstellen ist.

Es folgt dann ein Vergleich der Elektrisierung der Landwirtschaft in den meistentwickelten Ländern. Das Beispiel von Deutschland mit geringem Abstand der Dörfer voneinander, die durch Anschluß an Überlandnetze die Einführung der Elektrizität in die Landwirtschaft erleichterten, läßt sich auf den rancho-, estancia- und hacienda-Betrieb, d. h. Gutsbetrieb vom kleineren bis zum allergrößten Umfang Argentiniens nicht ohne weiteres anwenden, wohl aber darin, daß die heutigen Ergebnisse auch nur in langer eingehender Erziehungsarbeit erzielt werden konnten[5].

Ein Land, dessen physikalische Eigenschaften sich mehr denen von Argentinien nähern, sind die V. S. Nordamerika, sowohl hinsichtlich der großen Entfernungen der Verbrauchsstellen, als auch der größeren Ausdehnung der Kulturflächen, der fortgeschritteneren Mechanisierung der Handarbeit und der verschiedenartigsten elektrischen Unternehmungen. — Dagegen weichen die Verhältnisse beider Länder in einem Punkt bedenklich voneinander ab, das ist die größere Intelligenz und Bildung der Farmer in den Vereinigten Staaten. Die umfassende Elektrisierung der Farmen begann 1921 durch die „Puget Sound Light & Power Co.", deren Präsident zum Andenken an seine Mutter, eine Bäuerin, diese Sache energisch förderte. Es waren am 31. XII. 1923 177 500; 1924 205 000; 1925 246 000; 1926 309 000; 1927 392 000; 1928 506 000; 1929 576 000; 1930 650 000; 1931 698 786 Farmer an Überlandnetze usw. angeschlossen, nach dem New-Yorker Bericht[6] für 1932 waren es 707 000 Farmen. Die amerikanischen Zeitungen weisen

[1] Annual Financial and business Survey, 3. I. 1933 N. Y. Even. Post, S. 20.
[2] Electr. Wld., N.Y., Bd. 100, S. 507, 8. X., S. 663 u. S. 664, 12. XI. 1932.
[3] Pre-Estudio sobre la formación de un Instituto Argentino de Electrificación Rurál, por, Luis J. Sidler, Buenos Aires 1932, Asociación de Empresas Eléctricas.
[4] 1 m $n = un peso moneda nacionál. Der argentinische Papierpeso zur Zeit der Buchabfassung = 0,99 RM. — 1.78 al pari.
[5] ETZ 1931, S. 22.
[6] Financial & Business Annual Survey N.Y. Even. Post 3. I. 1933, S. 20.

Digitized by Google

mit besonderer Genugtuung darauf hin, daß dieser stetige Fortschritt auch durch das „Depressionsjahr" 1932 nicht unterbrochen wurde. Die Gesamtheit der Farmen beträgt 6 000 000. In Californien sind 63,8 % elektrisiert. Mustergültig sind die Studiengesellschaften, deren Nachahmung für Agentinien empfohlen wird.

Nach einem Bericht in Electrical World[7] wird die Zahl der Farmer in den Ver. Staaten zu 6 288 544 am 1. 4. 1930 angegeben; 841 333 hatten elektrische Beleuchtung und zwar 256 656 aus eigenen Hauszentralen, 570 953 waren für Licht und Kraft an öffentliche Werke angeschlossen mit 195 217 831 RM[8] Jahresverbrauch. Mit elektr. Licht versorgt waren sonach 13,4 % und an öffentliche Werke angeschlossen 9,1 % aller Farmen, wobei auf letztgenannte eine Durchschnittsjahresrechnung von 341,88 RM entfiel, 45 % der Farmer hatte Elektromotoren. In allen geographischen Lagen waren die Jahresrechnungen mit zwei Ausnahmen durchschnittlich 252 RM. Diese Ausnahmen sind die Südwest-Central-Staaten mit 381,15 RM und die Staaten am Stillen Ozean mit 619,50 RM. Der Einfluß der Bewässerungsanlagen macht sich besonders in Arizona mit 1054,20 Reichsmark und in Californien mit 821,10 RM Jahresdurchschnitts-Stromverbrauch bemerkbar.

Alle diese Beträge gehen weit über die Durchschnittsverbrauchszahlen von Haushaltungen hinaus, welche im Jahre 1929 durchschnittlich 132,93 RM und 1931 = 143,22 Reichsmark betrugen. Der Durchschnittsfarmer verbraucht also das Doppelte, in Californien des Sechsfache und in Arizona das Achtfache der Haushaltungen.

Die prozentual meisten Farmer sind in den Neu-England-Staaten angeschlossen (Massachusetts mit 50 %). In dem großen Weizengürtel des Mittel-West ist jede Farm elektrisiert, aber alle mit eigenen Werken. Die Farmen sind hier von großem Flächeninhalt und weit von den Nachbarn entfernt, so daß das eigene Werk hier die einzige Lösung blieb, Anschlußleitungen kamen viel zu teuer. Es handelt sich dabei meist nur um Lichtanlagen, auf 25 dieser Farmen kommt eine mit Elektromotoren. Nichtsdestoweniger sind sie durchaus mechanisiert, jedoch mit stationären Gasmaschinen. ⅔ aller Farmen der Nord-Zentral und Pazifischen Staaten sind so mechanisiert. In den meisten Staaten kommen auf einen Elektromotor drei, ja sechs Gasmotoren. Dennoch hat die elektrische Werbung Früchte getragen, wie man an der Zunahme der elektrisierten Farmen trotz des „Depressionsjahres" erkennen kann. Wären die Anlagekosten nicht so hoch, wäre die Zunahme noch größer gewesen.

Von dem vereinigten Königreich Großbritannien liegen nach Sidler noch keine solch umfassenden Statistiken vor, aber er erwähnt anerkennend die Werbung der „Electricity Commission", welche 1930/31 elektrisierte Musterfarmen in den Grafschaften Bedford und Norwich schuf. Nach Errichtung des britischen Verteilungssystems (Grid) von 11 000/400/230 V sind die ländlichen Stromverbraucher in der Grafschaft Chester von 318 in 1925 auf 1188 in 1928 angewachsen, man hoffe in 10 Jahren auf 230 Mill. kWh ländl. Verbrauch zu kommen.

In der „Britsh Society of Advancement of Science" erklärte R. Borläse Matthews[9], obwohl die Farmer meist noch wie Handweber mit veralteten Maschinen arbeiteten, gebrauchen sie bei ihrer großen Zahl schon heute mehr Kraft als alle die anderen Industrien zusammengenommen. Es wurden neuerlich eingeführt: die 30 PS Regenkanone, 150 PS Heutrockner- und Zerkleinerungsanlagen, 250 PS elektrische Pflüge und 80 PS kombinierte Ernte- und Dreschmaschinen, elektrische Bodenbeheizung, Kuhmelkanlagen, Alkohol- und Bier-, Mehl-, Stärke- und Zuckerfabrikation.

In Italien, wo 1917 53 %, 1923 63,5 %, 1931 91 % aller Gemeinden stromversorgt waren, hat die Frage der Ent- und Bewässerung eine Bedeutung wie sonst in keinem Lande der Erde. Die vielen Dampfmaschinen, die hierfür früher arbeiteten, sind schon heute durch Elektromotoren ersetzt, wobei die alte Dampfanlage zur Reserve bleibt. Mit vereinten Bestrebungen der Regierung und privater Institute wird hier Gewaltiges geleistet, wovon nachstehende Ergebnisse zeugen: Durch künstliche Bewässerung wurden geschaffen:

1928	1929	1930
8 984	11 376	15 714 Anlagen mit
34 964	46 524	54 779 kW und
34 595 348	36 307 299	32 713 136 kWh Verbrauch für
119 265	152 060	92 854 ha bewässertes Land.

[7] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100 — 12. XI. 1932 — S. 664: Average Farm Customer pays $ 81,40 Annually.
[8] 1 V. S. Amerika $ = RM 4,20.
[9] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, 12. XI. 1932, S. 663: Rural Electrification and the Grid.

Im Jahre 1930 war der Energieverbrauch landwirtschaftlicher Anlagen für:

1. Entwässerungsanlagen von Ackerland bei 35 429 kW, 1 114 374 ha . . 22 983 903 kWh
2. für Dreschen und Reinigen von Getreide waren 15 889 kW installiert, sie verarbeiteten 262 930 t bei . . . 4 290 338 „
3. Pfluganlagen: 49 mit 1069 kW, sie verbrauchten bei 4670 ha . . . . . 1 458 282 „ in Versuchsmittel für normalen Fall 35 kWh/ha
4. für Stroh-Häckselmaschinen u. Einsacken 2232 kW . . . . . 401 658 „
5. für Mahlen und Schroten 6947 kW . 2 243 971 „
6. für Melkanlagen 2 052 kW . . . . 2 685 778 „
7. für Hauskühlanlagen 372 kW . . . 674 789 „
8. elektr. Beheizung 1291 kW . . . . 1 322 501 „
9. 28 871 kleinere landwirtschaftliche Fabriken und Werkstätten . . . . 9 302 534 „.

Von der Schweiz kann man als von einem Musterland elektrisierter Landwirtschaft sprechen, es fehlen aber größere Betriebe.

Für Argentinien, für dessen landwirtschaftliche Elektrisierung so gut wie noch nichts geschehen sei, wird die Bildung eines staatlichen Instituts empfohlen mit Direktion in Buenos Aires und Musterfarm mit Meierei, Gärtnerei, Schule und Laboratorien. Ähnliche Versuchsanstalten sollen an anderen Punkten des Landes errichtet werden. Sofort zu beginnen sei mit Volksaufklärung durch Wort, Schrift, Radio, Beratung. Bei alledem wird auf tätige Mithilfe der Elektrizitätswerke und -Industrie gerechnet, vor allem auch schon bei Gründung dieser Institute, dessen Initiative von der Vereinigung der Elektrizitätswerke ausgehen wird. Vom Staat könne wohl z. Zt. nur moralische, aber keine finanzielle Beihilfe erhofft werden. Deshalb sind die in einem Kostenvoranschlag für die ersten Jahre mitgeteilten geldlichen Aufwendungen auch sehr bescheiden bemessen.

Es war schon von Sidler darauf hingewiesen worden, daß die Kosten der Leitungen den schwierigsten Punkt für die Elektrisierung bilden. Mit dieser Frage beschäftigt sich auch ein Aufsatz in Electrical World[10]; Analysis der Kosten ländlicher Leitungen. Ein von Regierung und verschiedenen Korporationen eingesetztes Komitee hat die Kosten von 1130 km landwirtschaftlicher Leitungen im Staate New York (127 350 qkm = ¼ des Deutschen Reiches mit einer Bevölkerung größer wie Bayerns) — das sind 35 % aller landwirtschaftlichen Leitungen — in diesem Staate untersucht. Die Anzahl der Abzweigleitungen betrug 457 mit 2,41 km mittlerer Länge, sie sind aus allen Gegenden des Staates mit den verschiedensten Bedingungen und Konstruktionsarten ausgewählt. Diese Arten sind nun so verschieden, daß die einfachsten Mittelwerte per km leicht irreführend wirken könnten, die beiden extremen Fälle betrugen 2418 RM/km und 7041 RM/km, d. h. eine Differenz von fast 300 %. Man hat es deshalb für zuverlässig gehalten, die Durchschnittswerte, die für wirtschaftliche Rechnungen ja unerläßlich sind, auf Stützpunkt und Abnehmer zu beziehen.

Die 1130 km untersuchter Leitungstraße kosten 3731,6 RM pro km und einschl. Transformatoren, Schaltanlagen und Zähler 4711,1 RM/km. Die reinen Leitungskosten ohne Transformatoren usw. 3731,6 RM/km kosten 1176 RM je Verbraucher und einschl. Transformator usw. 1486,8 RM je Verbraucher. Die Kosten sind im einzelnen:

1. Wegerecht und freie Bahnmachung betrugen in den beiden Grenzfällen 323,48 RM/km und 1173,91 RM/km.
2. Masten und Stützpunkte mit vollständiger Ausrüstung machen rd. 55 % der gesamten Streckenkosten ohne Transf. usw. aus. Bezogen auf 1 km betrugen die Grenzkosten 1439,8 ··· 2833 RM = 97 % Differenz; je Mast schwanken die Einheitskosten von 91,50 bis 207,90 RM = 128 %, die durch die Verschiedenheit des Baugrundes bedingt sind.
3. Die Durchschnittskosten für Arbeit und Material für Mast und Ausrüstung waren 159,6 RM, wovon die reinen Mastkosten loco Werkshof rd. ⅓ betragen. Die Mastkosten sind 20 % der Gesamtstrecke ohne Transformatoren usw.
4. Arbeitslohn an Farmer für Mastlöcher betrugen 18,90 RM je Mast oder 233 ··· 262 RM je km. Die Farmer wurden oft durch Abverdienen ihrer eigenen Installation bezahlt. Die Spannweite war vorgesehen bis 91,44 und 100,58 m, sie betrug tatsächlich 56 m an der teuersten und 76,2 m an der billigsten Strecke.

[10] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, 8. Okt. 1932, S. 507: Analysis of Rural Line costs.

Digitized by Google

5. Die Mitbenutzung fremder Gestänge für die Leitungsführung, z. B. von Telephongesellschaften, hat sich als teurer herausgestellt als eigene Gestänge, aber in manchen Fällen ließ sich die Mitbenutzung nicht vermeiden.
6. Die sekundären Leitungen betrugen im Mittel 22 % des gesamten Leitungsdrahtes. Fast alle Leitungen waren primär als Einphasen-Zweileiter verlegt. Bei 2560 m Draht je km, wovon 2000 m primäre Hauptleitung und 560 m sekundäre Abzweigleitungen, entfallen bei durchschnittlich 3,2 Abnehmern je km rd. 175 m Anschlußleitung auf jeden Abnehmer.
7. Die Kosten für Transformatoren und Schaltanlagen, Zähler und Verbindungsleitungen betrugen auf den ganzen 1130 km Strecken je km 981 RM bzw. je Abnehmer 309,54 RM.
8. Masten und Armaturen betrugen 43,2 % der ganzen und 54 % für die Primärleitungen. Das Material, d. h. der Hauptsache nach Masten, betrug 24 % bzw. rd. 30 %.

Die Unterscheidung der Kosten nach Masten und Abnehmer, die natürlich je nach Gegend große Unterschiede zeigen muß, hat für uns weniger Interesse als die reinen Streckenkosten je km von durchschnittlich 3731,6 RM/km. Das entspricht in Deutschland dem Preis einer Drehstromleitung von 10 kV $3 \cdot 25$ mm² Kupferseil an imprägnierten Holzmasten nach VDE-Normen verlegt je km. Besonders beachtenswert an den genannten Ausführungen[11] ist die Klage über die in Nord- und Südamerika — wie z. T. auch schon hierzulande — auftretende Konkurenz des Diesel-Kleinmotors gegen den Elektromotor. Es sind nicht allein die Zuleitungskosten und Abhängigkeit von einer Überlandzentrale, die hier mitsprechen, sondern m. E. auch die Buntscheckigkeit der elektrischen Fabrikate, die ein schnelles Reparieren mittelst Reserveteilen erschwert. — Mir selbst entgegnete ein deutscher Gutsbesitzer in Argentinien, er wolle keine deutschen Maschinen „geschenkt", denn wenn in der Ernte etwas daran passiere, könne er nicht erst nach Deutschland um Reserveteile telegraphieren, die er für amerikanische Maschinen in einem Tag aus Buenos Aires haben könne[12]. Wenn hier eine Einigung der Fabrikanten von elektrischen Antrieben landwirtschaftlicher Maschinen auf Vereinheitlichung der Typen getroffen werden könnte, würde das einen großen Schritt vorwärts für die Elektrisierung der Landwirtschaft bedeuten.

Dr. W. Gosebruch.

[11] Electr. Wld., N. Y., 1932, S. 665 und Sidler, loc. cit; S. 22.
[12] Z. VDI, T. u. W. 1912 Heft IX Gosebruch Bu. Aires, Export-Assoziationen.

Regelungsgeschwindigkeit von Gleichstrom-Regelsätzen und Stromwendung des Einankerumformers im Schlupfkreis.

Von Dipl.-Ing. M. Zorn, Berlin.

Übersicht. Bekanntlich ist mit jeder Drehzahländerung eines Gleichstrom-Regelsatzes auch eine Drehzahländerung (im entgegengesetzten Sinne) des Einankerumformers im Schlupfkreis verbunden. Da plötzliche Drehzahländerungen die Stromwendung des Einankerumformers stören, ist die Regelgeschwindigkeit von Gleichstrom-Regelsätzen begrenzt. Es wird gezeigt, wie die notwendige Übergangszeit von der einen zur anderen Drehzahl rechnerisch bestimmt werden kann.

Bekanntlich ist das Verhältnis von Wendefeld zu Ankerstrom bei Einankerumformern nicht so angenähert konstant wie bei Gleichstrommaschinen. Schon im Beharrungszustand pulsiert die Ankerdurchflutung des Einankerumformers in der Wendezone um rd. ± 6 % der Gleichstrom-Ankerdurchflutung. Ferner ändert sich bei jeder unstetigen Lastschwankung das Verhältnis von Wechsel- zu Gleichstrom im Einanker, weil im ersten Augenblick der Leistungsprung von den Schwungmassen gedeckt wird. Dieselbe Erscheinung tritt bei Frequenz- und damit Drehzahländerungen des Einankerumformers auf. Auch hier dient ein bestimmter Betrag der aufgenommenen Leistung zum Beschleunigen bzw. ein bestimmter Anteil der abgegebenen Leistung zum Verzögern der rotierenden Massen. Frequenzänderungen sind im allgemeinen Begleiterscheinungen von Netzstörungen. Betriebsmäßig dagegen kommen sie bei Einankerumformern im Schlupfkreise von Gleichstrom-Regelsätzen vor, wenn mittels der Erregung des Hintermotors die Drehzahl des Regelsatzes geändert wird. Die Regelgeschwindigkeit ist daher mit Rücksicht auf die Kommutierung des Einankerumformers begrenzt. Es interessiert nun, welche Zeiten sich für den Übergang von der einen auf die andere Drehzahl ergeben. Unter vereinfachenden Annahmen soll diese Frage im folgenden behandelt werden.

Ein Gleichstrom-Regelsatz besteht aus einem Asynchronmotor, einem mit diesem gekuppelten Gleichstrom-Hintermotor und einem Einankerumformer, über den die Schlupfenergie des Asynchronmotors dem Gleichstrommotor zugeführt wird (Abb. 1). Beim Schwächen der Erregung nimmt der Hintermotor infolge seiner verminderten EMK einen erhöhten Strom vom Einankerumformer her auf. Der Regelsatz wird dadurch beschleunigt und stellt sich auf eine höhere Drehzahl ein. Entsprechend dem verminderten Schlupf geht die Drehzahl des Umformers zurück. Beim Verstärken der Erregung des Hintermotors tritt das Umgekehrte ein.

Drehzahl n des Hauptmotors (Index m) und Drehzahl des Einankerumformers (Index u) sind also voneinander abhängig. Aus Netzfrequenz f, Polpaarzahl p und Schlupf s ergibt sich die Drehzahl des Asynchronmotors zu

$$n_m = 60 \frac{f}{p_m} (1 - s), \tag{1}$$

die des Einankerumformers zu

$$n_u = 60 \frac{f}{p_u} s. \tag{2}$$

Der Regelsatz möge von der Drehzahl n_1 auf n_2 beschleunigt werden, so daß also der Schlupf des Asynchronmotors von s_1 auf s_2 zurückgeht. Die gesamte Beschleunigungsleistung N_{ges} besteht, Leerlauf des Regelsatzes vorausgesetzt, aus der aufgenommenen, um die Verluste verminderten Leistung N und der aus der Schwungmasse des Einankerumformers gelieferten Bremsleistung N_b, so daß

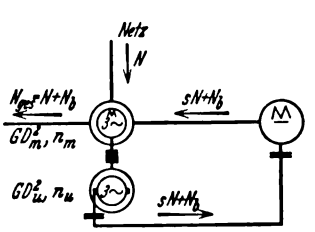
$$N_{ges} = N + N_b \tag{3}$$

ist (Abb. 1). Ist GD_m^2 das Schwungmoment der beiden Motoren und des etwa vorhandenen Schwungrades und GD_u^2 das des Einankerumformers, dann lassen sich folgende zwei Beziehungen ableiten:

$$N_{ges} = 9{,}81 \frac{GD_m^2}{4g} \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 n_m \frac{\mathrm{d}\, n_m}{\mathrm{d}t} = -\frac{GD_m^2}{4} \left(\frac{2\pi f}{p_m}\right)^2 (1 - s) \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} \tag{4a}$$

und

$$N_b = 9{,}81 \frac{GD_u^2}{4g} \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 n_u \frac{\mathrm{d}\, n_u}{\mathrm{d}t} = -\frac{GD_u^2}{4} \left(\frac{2\pi f}{p_u}\right)^2 s \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}. \tag{4b}$$



Energierichtung für Beschleunigen durch Pfeile angezeigt
Energierichtung für Verzögern umgekehrt

Abb. 1. Schaltung eines Gleichstrom-Regelsatzes.

Hierin ist N in kW, GD^2 in tm², n in U/min und die Fallbeschleunigung zu $g = 9{,}81$ ms^{-2} einzusetzen. Beide Leistungen stehen in einem vom Schlupf abhängigen Verhältnis zu einander

$$\frac{N_{ges}}{N_b} = \frac{GD_m^2}{GD_u^2} \cdot \frac{p_u^2}{p_m^2} \cdot \frac{1 - s}{s} = m \frac{1 - s}{s}, \tag{5}$$

worin

$$m = \frac{GD_m^2}{GD_u^2} \cdot \frac{p_u^2}{p_m^2} \tag{6}$$

[*1] ist.

[*1] Vgl. W. Weiler, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 889 (1931).

Digitized by Google

Um Komplizierungen zu vermeiden, mögen die Spannungsabfälle unberücksichtigt bleiben und ebenso die Verluste. Für die vom Umformer abgegebene Schlupfleistung kann somit sN gesetzt werden. Daher ergibt sich aus Gl. (3) u. (5)

$$\frac{sN}{N_b} = m(1-s) - s. \tag{7}$$

Ist $\vartheta = \Theta_w/\Theta_a$ das Verhältnis von Wendepol- zu Gleichstrom-Ankerdurchflutung, so wird das notwendige Wendefeld erzeugt von

$$\Theta_k = (\vartheta - 0{,}19)\,\Theta_a. \tag{8}$$

Im Regelsatz-Umformer besteht Θ_a aus dem von der Schlupfleistung herrührenden Betrag Θ_{a_s} und dem sich aus der Bremsleistung ergebenden Θ_{a_b}. Für die Stromwendung ist daher erforderlich

$$\Theta_{k_{soll}} = (\vartheta - 0{,}19)\,(\Theta_{a_s} + \Theta_{a_b}). \tag{9}$$

Die tatsächlich übrigbleibende Kommutierungs-Durchflutung ist jedoch

$$\Theta_{k_{ist}} = (\vartheta - 0{,}19)\,\Theta_{a_s} + (\vartheta - 1)\,\Theta_{a_b}. \tag{10}$$

Es ist hier angenommen, daß die Gleichstrom-Ankerdurchflutung der Schlupfleistung wie im normalen Umformerbetriebe bis auf 19 % durch die Wechselstrom-Durchflutung aufgehoben ist.

Für eine einwandfreie Stromwendung fehlt daher die Wendepoldurchflutung

$$\Delta\Theta_w = \Theta_{k_{soll}} - \Theta_{k_{ist}} = 0{,}81\,\Theta_{a_b}. \tag{11}$$

Da

$$\frac{\Theta_{a_b}}{\Theta_{a_s}} = \frac{N_b}{sN} \tag{12}$$

ist, wird

$$\Delta\Theta_w = 0{,}81\,\frac{N_b}{sN}\,\Theta_{a_s}. \tag{13}$$

Weiter ist

$$\Theta_{a_s} = \frac{\Theta_{w_s}}{\vartheta} = \frac{z_w N}{\vartheta U \cdot 10^3}, \tag{14}$$

worin bedeutet z_w die Windungszahl je Wendepol (entsprechend ist auch Θ_a immer auf einen Pol zu beziehen) und U die Gleichspannung beim Schlupf $s = 1$. N/U ist somit der zur Schlupfleistung gehörige Gleichstrom. Hieraus folgt

$$\Delta\Theta_w = 0{,}81\,\frac{N_b\, z_w}{s\,\vartheta\, U \cdot 10^{-3}}. \tag{15}$$

Nun möge im leerlaufenden Umformer beim Schlupf s' die Wendepoldurchflutung $\Delta\Theta_w' = z_w I_g'$ die noch gerade als zulässig erachtete Stegspannung e_b unter den Gleichstrombürsten erzeugen. Dann ergibt sich für $\Delta\Theta_w$ beim Schlupf s eine Stegspannung

$$e_z = \frac{\Delta\Theta_w}{\Delta\Theta_w'}\,\frac{s}{s'}\,e_b. \tag{16a}$$

Die zulässige Stegspannung e_b ist für die einzelnen Bürstensorten verschieden groß. Ist e_b für eine Bürstenmarke bekannt, so läßt sich $\Delta\Theta_w'$ bzw. I_g' aus Länge l_w und Luftspalt δ_w der Wendepole und aus der Ankerumfangsgeschwindigkeit u_a des Einankerumformers auch berechnen, denn es ist

$$\frac{\Delta\Theta_w'}{0{,}8\,\delta_w} \cdot 2\, l_w\, u_a \cdot 10^{-8} = e_b. \tag{16b}$$

Berücksichtigt man, daß von der Stromwendespannung e_w an sich schon der Betrag $\zeta_b\, e_w$ infolge der Pulsationen der Ankerdurchflutung und anderer Ursachen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll, unausgeglichen bleibt, so ist zulässig

$$e_z = e_b - \zeta_b\, e_w. \tag{17}$$

Ist e_w' die Stromwendespannung beim Schlupf s' und der Leistung $s'N'$, dann wird sie beim Schlupf s und bei Abgabe von Schlupfleistung sN und Bremsleistung N_b

$$e_w = \frac{sN + N_b}{s'N'}\,e_w'. \tag{18}$$

Aus Gl. (16)···(18) erhält man

$$\frac{\Delta\Theta_w}{\Delta\Theta_w'}\,\frac{s}{s'}\,e_b = e_b - \zeta_b\, e_w'\,\frac{sN + N_b}{s'N'}. \tag{19}$$

Gl. (7), (15) und (19) liefern

$$N_b\left[\frac{0{,}81}{\vartheta\, U \cdot 10^{-3}\, I_g'\, s'} + \frac{\zeta_b\, e_w'}{e_b\, s'N'} - (m+1)(1-s)\right] = 1. \tag{20}$$

Setzt man

$$a = \frac{0{,}81}{\vartheta\, U \cdot 10^{-3}\, I_g'\, s'} \tag{21a}$$

und

$$b = \frac{\zeta_b\, e_w'\,(m+1)}{e_b\, s'N'}, \tag{21b}$$

so wird unter Berücksichtigung von Gl. (4 b)

$$-\frac{GD_u^2}{4}\left(\frac{2\pi f}{p_u}\right)^2 [a\,s + b\,(s - s^2)]\,\mathrm{d}s = \mathrm{d}t. \tag{22}$$

Die Integration ergibt die Zeit, die mit Rücksicht auf die Kommutierung des Einankerumformers zum Übergang von einer zur anderen Drehzahl des Regelsatzes erforderlich ist:

$$t = \frac{GD_u^2}{p_u^2}\,(\pi f)^2\left[\frac{s_1^2 - s_2^2}{2}\,(a+b) - \frac{s_1^3 - s_2^3}{3}\,b\right]. \tag{23}$$

Weiter erhält man aus Gl. (20) die Bremsleistung

$$N_b = \frac{1}{a + b\,(1-s)} \tag{24}$$

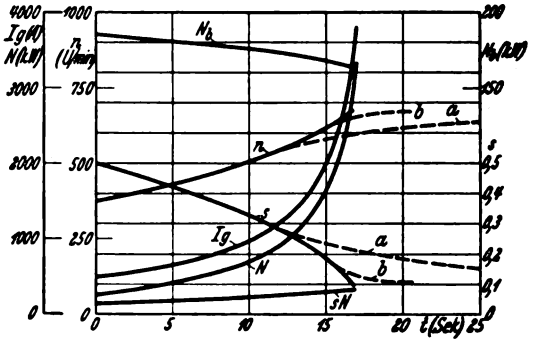
und aus Gl. (7) die Netzleistung

$$N = \left(m\,\frac{1-s}{s} - 1\right) N_b. \tag{25}$$

Der vom Einankerumformer abgegebene Gleichstrom hat die Größe

$$I_g = \frac{sN + N_b}{sU \cdot 10^{-3}} = \frac{(m+1)(1-s)}{sU \cdot 10^{-3}}\,N_b. \tag{26}$$

Aus den Gl. (21) und (23) geht hervor, daß bei gegebenem Schwungmoment der Hauptwelle die Zeit um so kleiner wird, je kleiner Schwungmoment und Drehzahl des Umformers und Drehzahl des Asynchronmotors gewählt werden und je stärker die Wendepoldurchflutung (ϑ) des Umformers ausgeführt wird.



n	Drehzahl	N_b	Bremsleistung des Einankerumformers
s	Schlupf		
N	aufgenommene Leistung	I_g	Gleichstrom
sN	Schlupfleistung		

a bei Kompoundierung f. 375 U/min *b* bei Kompoundierung f. 675 U/min

Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der Drehzahländerung eines leerlaufenden Gleichstrom-Regelsatzes.

Ein **Zahlenbeispiel** möge die obigen Ausführungen erläutern. Ein Gleichstrom-Regelsatz für 1600 kW, regelbar zwischen 375 und 675 U/min, bestehe aus einem Asynchronmotor mit $2p_m = 8$ und einem Einankerumformer mit $2p_u = 4$ Polen. Der Schlupf bewegt sich daher zwischen $s = 0{,}5$ und $s = 0{,}1$. Das Schwungmoment von Asynchron- und Gleichstrom-Hintermotor einschließlich Schwungrad betrage $GD_m^2 = 38$ tm², das des Umformers $GD_u^2 = 4$ tm². Die Netzfrequenz sei 50 Per/s, Für den Umformer sei $U = 1300$ V und $\vartheta = 0{,}8$. Die zulässige Stegspannung möge zu $e_b = 1{,}5$ V angenommen sein und durch eine Wendepolerregung mit $I_g' = 350$ A bei $s' = 0{,}5$ auftreten. Die Stromwendespannung betrage bei $s' = 0{,}5$ und $N' = 1600$ kW $e_w' = 4{,}5$ V. Ferner sei $\zeta = 0{,}15$.

Nach Gl. (6) wird $m = 2{,}37$, nach Gl. (21) $a = 4{,}45 \cdot 10^{-3}$ und $b = 1{,}9 \cdot 10^{-3}$. Für die Beschleunigungszeit vom Schlupf $s = 0{,}5$ ab ergibt sich nach Gl. (23)

$$t = \frac{4}{4} \cdot 24\,600\left[\frac{0{,}25 - s^2}{2}(4{,}45 + 1{,}9) \cdot 10^{-3} - \frac{0{,}125 - s^3}{3} \cdot 1{,}9 \cdot 10^{-3}\right]$$

$$= 78\,(0{,}25 - s^2) - 15{,}6\,(0{,}125 - s^3).$$

Die hieraus bestimmte Abhängigkeit zwischen Schlupf und Zeit ist in Abb. 2 dargestellt, ebenso die zugehörigen Werte von n_m, N_b, N, sN und I_g. Nach etwa 17 s würde die neue Betriebsdrehzahl $n_2 = 675$ U/min erreicht sein.

Digitized by Google

Wäre der Gleichstrom-Hintermotor nicht kompoundiert, so ließe sich mit seinem Feldregler der jeweils zulässige Gleichstrom nach Abb. 2 einstellen. Da aber der Hintermotor mit einer Doppelschlußwicklung versehen ist, bestimmt von dem Zeitpunkt ab, wo der Regler ganz vorgeschaltet ist (Erregung Null), die Durchflutung der Reihenschlußwicklung den weiteren Verlauf der Beschleunigung (siehe gestrichelte Kurve *a*). Die Zeit erhöht sich dadurch auf über das Doppelte.

Die Reihenschlußwicklung hat den Zweck, den Drehzahlabfall des Regelsatzes zu vergrößern, damit Belastungstöße aus den Schwungmassen gedeckt werden und das speisende Drehstromnetz mithin gleichmäßiger belastet wird. Der Einfluß der Reihenschlußwicklung ist jedoch im Bereich der höheren Drehzahlen viel zu stark, da hier der Hintermotor ein sehr schwaches Feld besitzt. Um den Drehzahlabfall im ganzen Regelbereich auf den gewünschten Wert einstellen zu können, versieht man die Reihenschlußwicklung mit einem regelbaren Parallelwiderstand.

Shuntet man die Reihenschlußwicklung, so daß sie dem neuen Schlupf $s = 0{,}1$ angepaßt wird, dann wird die neue Drehzahl in etwa 20 s erreicht (gestrichelte Linie *b*).

Zweckmäßig kuppelt man daher Parallelwiderstand und Nebenschlußregler des Hintermotors so miteinander, daß einer bestimmten Reglerstellung und damit Drehzahl des Regelsatzes die richtige Einstellung des Parallelwiderstandes entspricht. Auch ließe sich die Übergangszeit noch dadurch verkürzen, daß man den Nebenschlußregler als Wenderegler ausführt und so die verzögernde Wirkung der Reihenschlußwicklung durch einen Gegenerregerstrom aufhebt. Allerdings würde der Gewinn nicht bedeutend sein, da der Gleichstrom mit Rücksicht auf die Bürstenbelastung und die Kommutierung des Hintermotors begrenzt ist. Im allgemeinen dürfte auch schon die Zeit von 20 s den Ansprüchen genügen.

Beim Bremsen (Übergang auf eine kleinere Drehzahl) gelten dieselben Beziehungen wie beim Beschleunigen, nur kehren alle Leistungen ihr Vorzeichen um. Die Übergangszeit kann ebenfalls nach Gl. (23) ermittelt werden.

Die Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen.

Nachdem die fortgesetzte Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen wieder auf der Tagesordnung steht, dürfte ein Überblick[1] über die bisherigen Arbeiten und die künftigen Pläne begründet sein. Die Anfänge gehen auf den Zeitabschnitt 1911 ··· 1915 zurück, als die erste Teilstrecke der Reichsgrenzbahn auf elektrischen Betrieb umgestellt wurde. Darauf folgte der Ausbau der ganzen Reichsgrenzbahn und der anschließenden 42 km langen norwegischen Strecke bis zum Verschiffungshafen Narvik. Über die Elektrisierung der Hauptstrecke Stockholm—Gothenburg wurde an dieser Stelle bereits mehrfach berichtet[2]. Die Strecke Stockholm—Malmö—Trälleborg mit einigen Nebenstrecken befindet sich in der Umstellung auf elektrischen Betrieb. Die Züge Stockholm—Norrköping fahren schon elektrisch. Die Kosten und Hauptdaten sind in der Aufstellung 1 enthalten, worin noch die schwebenden Projekte betreffend die nördliche Stammbahn Stockholm—Ånge und die Westküstbahn Gothenburg—Malmö mit aufgeführt worden sind.

Zahlentafel 1. Die Kosten der Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen.

Nr.	Abschnitt	Streckenlänge km	Anzahl der Lokomotiven	Gleislänge je Streckenkilometer	Lokomotiven je Streckenkilometer	Anlagekosten insgesamt Mill RM	Anlagekosten je Streckenkilometer RM	Baujahr	Staatsbahn Bahnnetz km	elektrisierter Anteil der Staatsbahn in Prozent
1	Kiruna—Reichsgrenze	129	20	1155	0,155	7,303	56 610	1911 ··· 1915	4887	2,64
2	Kiruna—Svartön	321	30	1386	0,093	26,536	82 658	1917 ··· 1922	5614	8,02
3	Reichsgrenze—Narvik (Norwegische Staatsbahn)	42	6	1336	0,144	3,700	88 208	1921 ··· 1923	—	—
4	Stockholm—Gothenburg	459	50	1797	0,109	31,295	68 154	1923 ··· 1926	6108	14,80
5	Stockholm—Malmö (geschätzt)	860	104	1849	0,121	51,800	60 236	1931 ··· 1934	6729	26,29
6	Stockholm—Ånge (projektiert)	616	65	1489	0,106	37,518	60 902	1934 ···	6900	34,57
7	Gothenburg—Malmö (projektiert)	315	30	1489	0,953	19,092	60 606		6900	39,14

Durch die Elektrisierung werden im Vergleich mit dem Dampfbetrieb bewegliche Betriebsunkosten in erheblichem Umfange in feste überführt, so daß die Wirtschaftlichkeit mehr als sonst von einer befriedigenden geschäftlichen Konjunktur abhängig gemacht wird. Anderseits steigen die Mehrkosten bei erhöhter Verkehrsleistung wesentlich langsamer an beim elektrischen Betrieb als beim Dampfbetrieb. Bei einer andauernden Verkehrsteigerung treten die Vorteile der Elektrisierung stetig in Erscheinung. Die erhöhte Fahrgeschwindigkeit ohne entsprechende Kostenerhöhung ermöglicht ein glattes Abwickeln der Verkehrsleistung und eine bessere Ausnutzung des verfügbaren Materials in Form sowohl von Lokomotiven und Wagen als auch des Bahnkörpers. Die Möglichkeit schnelleren und besseren Verkehrs und die erhöhte Förderfähigkeit erlauben eine zeitliche Verschiebung von Ausbauten der Bahnhöfe, Doppelgleise, Neubeschaffung von rollendem Material usw., die sich sonst bei Beibehaltung des Dampfbetriebes geltend machen würden. Die Handelsbilanz wird günstig beeinflußt, indem die ausländischen Steinkohlen durch einheimische Wasserkraft ersetzt werden.

Die Stromlieferung an elektrische Vollbahnen wurde früher oft von seiten der Kraftwerke als weniger anreizend betrachtet, weil die großen Belastungschwankungen einer verhältnismäßig schlechten Ausnutzungsdauer entsprachen. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß störende Stromspitzen meistens nur zu solchen Zeiten auftreten, wenn andere Stromabnehmer wenig verbrauchen. Dadurch ist es der Staatsbahn möglich geworden, von den staatlichen Kraftwerken für die Malmöer Strecke einen Strompreis von etwa 1,628 Pf/kWh[**] bei Entnahme von rd. 60 Mill kWh im Jahr zu erwirken. Für die Stromlieferung aus dem Netz der Sydsvenska Kraft AB. gelten dieselben Abmachungen.

Das Projekt zur Elektrisierung der Strecke Stockholm—Malmö—Trälleborg wurde auf der Annahme eines Kohlenpreises von 14,80 RM/t basiert. Die Ersparnisse im Vergleich mit dem Dampfbetrieb wurden zu 0,9265 Mill RM im Jahr errechnet und ändern sich mit 0,1147 Mill RM für jede Krone Änderung des Kohlenpreises. Grundsätzlich sucht die Staatsbahn solche Tarife zu halten, daß Einkommen und Ausgaben einschl. Anleihezinsen bilanzieren. Es ist allerdings möglich, daß man in Zukunft keine größeren Ansprüche auf die Verzinsung der Eisenbahnen als z. B. der Landstraßen stellen darf. Die Fähigkeit der Staatsbahn, neue Kapitalinvestitionen zu verzinsen, ist auch nicht für das Zustandekommen neuer Anlagen ausschlaggebend, vielmehr soll deren Bedeutung als wirtschaftliches Unternehmen maßgebend sein. Die Konkurrenz von anderen Transportmitteln vermehrt den Bedarf nach Anlagen, welche Kostenersparnisse bringen. Durch die oben erwähnte Verschiebung der beweglichen Unkosten in feste werden die Möglichkeiten zur Verwertung einer etwaigen Verkehrsteigerung verbessert. Schwedisches Kapital hatte sich in den letzten Jahren vielfach nach dem Auslande gewandt, um dort feste Verzinsung zu bekommen. Es leuchtet aber ein, daß es vorteilhafter wäre, wenn das Geld im Lande zur Schaffung unstrittiger Zukunftswerte bliebe.

Der Personalabbau durch die Elektrisierung soll freilich die größten wirtschaftlichen Vorteile bieten, erfolgt aber erst langsam, um den Arbeitsmarkt nicht zu stören, in der Weise, daß freiwerdende Posten nicht wieder besetzt werden. Die oben gestreiften Gesichtspunkte haben die Schwedische Staatsbahn darin befestigt, die weitere Elektrisierung durchzuführen, obwohl die Zeiten augenblicklich als getrübt zu betrachten sind. Nach Fertigstellung der laufenden Arbeiten zum Jahreswechsel 1933/34 auf der Strecke nach Malmö werden 26,5 % vom Staatsbahnnetz elektrisch betrieben. Die Frage der weiteren Elektrisierungen rückt deshalb näher. Ausschlaggebend hierfür sind die Konjunkturen und die Geldbeschaffung. Der Staat sollte während einer Hochkonjunktur nicht als Bauherr großen Stils auftreten, weil dann die Industrie genügend beschäftigt ist und die privaten

[1] Granholm, Tekn. T. Bd. 61, S. 337.

[2] ETZ 1930, S. 571. Über diese und andere Strecken s. a. ETZ 1931, S. 773; 1930, S. 806 u. 1688; 1929, S. 97 usw.

[**] 1 schwed. Krone = 0,74 RM.

Digitized by Google

Unternehmer Gefahr laufen können, daß deren Betriebs- und Herstellungskosten durch eine große Nachfrage des Staates in die Höhe getrieben werden. Anderseits sollte ein Staatsunternehmen nicht in höherem Maße als private Unternehmer davon abgehalten werden, eine an sich geeignete und erforderliche Verbesserung rechtzeitig durchzuführen. Die nächstliegenden Pläne der Staatsbahn beziehen sich auf die Elektrisierung der Streckenabschnitte Stockholm—Ånge bzw. Gothenburg—Malmö nach der Aufstellung: 1. Der Stromverbrauch wurde zu 65 bzw. 33,5 Mill kWh zu je 1,5 Pf/kWh, die Personalersparnis zu 310 bzw. 200 Mann, die Herabsetzung der Steinkohleneinfuhr zu 80 000 bzw. 41 000 t errechnet. Eine Überlegung zeigt, daß die verkehrstechnischen Vorteile gerade bei der längeren Strecke Stockholm—Ånge erheblich werden. Die Entfernung Malmö—Östersund, 1036 km, ließe sich danach in 14¼ h bei 90 km/h Höchstgeschwindigkeit überbrücken, wogegen die Tagesverbindung Berlin—Paris bei 1071 km Abstand und Höchstgeschwindigkeiten von 100 bzw. 110 km/h fast 16 h in Anspruch nimmt. Es liegt der Staatsbahn sehr daran, die nördlichen Teile des Landes in dieser Weise mit den dichter bevölkerten Teilen im südlichen Schweden zu verketten.

Die früher gehegten Bedenken von militärischer Seite gegen die Empfindlichkeit der elektrisierten Strecken sind heute nicht mehr vorhanden, nachdem die elektrischen Fernleitungen durch Kupplung der Kraftwerke über ganze Landesteile zusammenhängen und für die Unterwerke ortsbeweglicher Ersatz deren wichtigster Organe geschaffen werden kann.

Die weitere Elektrisierung ist eine Spekulation, welche von der künftigen Verkehrsentwicklung abhängt. Wenn es auch schwierig sein wird, bei höchstwahrscheinlich abfallenden Tarifen den Staatsbahnbetrieb ertragbringend zu gestalten, darf seine Ausrüstung als gemeinnütziges Unternehmen nicht vernachlässigt werden. Die Elektrisierung bringt diese Vorteile gerade bei den großen Entfernungen des Landes am besten und am billigsten, spart den Werktätigen des Volkes Zeit und Geld, verkürzt die Reise- und Transportzeiten, weshalb die wichtigsten mit schwerem Verkehr belasteten Staatsbahnstrecken in Zukunft mit einheimischer Wasserkraft betrieben werden sollten. Eine Regierungsvorlage zur Elektrisierung der Nordstrecke bis Ånge wird dem im Januar 1933 einberufenen Reichstag vorgelegt. Durch die umfassenden Arbeiten kann die Erwerbslosigkeit aus der jetzigen Krise etwas gemildert und die vorhandene Organisation ausgenutzt werden. Es ist somit anzunehmen, daß der Reichstag die nötigen Geldmittel anweisen wird. Nach Fertigstellung der beiden Abschnitte Stockholm—Ånge und Gothenburg—Malmö für elektrischen Betrieb werden die Staatsbahnen künftig nur 190 000 t Steinkohle (gleich 3,4 % der gesamten Kohleneinfuhr Schwedens) gegenüber 497 000 t im Jahre 1911 (10,3 %) verbrauchen. Von elektrischer Energie werden voraussichtlich 325 Mill kWh, entsprechend 4,1 % der Gesamterzeugung des Landes, erforderlich. Die Ausdehnung der Elektrisierung nach Durchführung der besprochenen Projekte geht aus der Abb. 1 hervor. *Hldn.*

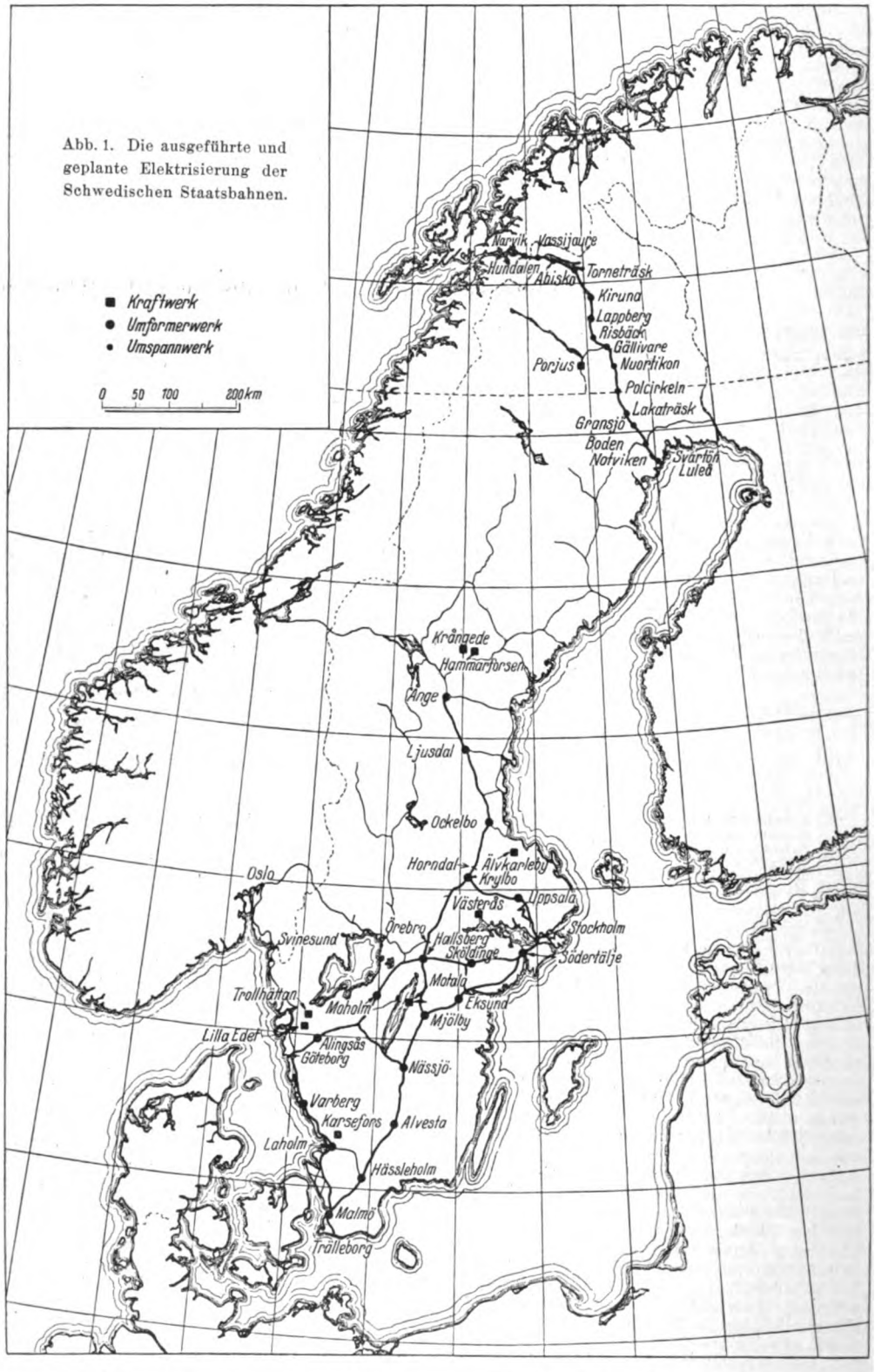


Abb. 1. Die ausgeführte und geplante Elektrisierung der Schwedischen Staatsbahnen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das größte Flutkraftprojekt der Welt. — Das im Jahre 1925 eingesetzte Komitee hat der englischen Regierung seinen endgültigen Bericht erstattet[1] mit dem Vorschlag, nahe der Mündung des Flusses Severn ein Flutkraftwerk zu errichten. Nach außerordentlich gründlichen Studien wird die Anlage eines Staudammes quer über das Flußbett empfohlen, der eine Straße und eine Bahnlinie trägt, und in den Schleusen für die Schiffahrt und ein Kraftwerk mit 72 Turbinen von je 17 000 PS Höchstleistung eingebaut werden sollen. Das Kraftwerk hätte in Verbindung mit einem benachbarten Pumpspeicherwerk eine jährliche Bruttoenergie von 2,25 Mrd kWh zu verarbeiten; die vorgenommenen Berechnungen ergeben als tatsächlich in das Landesleitungsnetz lieferbare Arbeit 704 Mill kWh aus dem Flutwerk und 906 Mill kWh aus dem Speicherwerk; etwa die Hälfte dieser Energiemengen würde auch bei geringem Belastungsfaktor billig zur Verfügung stehen. Die Gesamtabgabe von 1,61 Mrd kWh entspricht etwa einem Dreizehntel des für 1941 auf 21 Mrd geschätzten Stromverbrauchs des Vereinigten Königreiches.

Die Anlagekosten einschließlich Bauzinsen sind wie folgt angegeben:

Flutkraftwerk	509	Mill RM[2]
Speicher und Speicherwerk	230	„ „
Leitungen	30	„ „
Straßen, Bahn- und Hafenbauten	240	„ „
zusammen	1009	Mill RM

Eine ausführliche Vergleichsrechnung ergibt, daß die Stromerzeugungskosten dieser Anlage bei 3½ % Verzinsung etwa ⅔ derjenigen eines neuzeitlichen Wärmekraftwerkes wären.

Dies ist das erste bis in alle Einzelheiten durchgearbeitete Projekt eines Großkraftwerkes zur Ausnutzung der Gezeitenenergie. Es wird vorgeschlagen, mit dem auf 15 Jahre veranschlagten Bau, welcher im Mittel 12 000 Menschen direkt und indirekt beschäftigen würde, im Jahre 1937 zu beginnen. Man darf mit Interesse der Entscheidung der englischen Regierung entgegensehen. *v. Str.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein Widerstand für die Messung großer Gleichströme. — Zur Messung starker Ströme (bis 25 000 A) werden kleine Präzisionswiderstände verwendet, an deren Enden man den Spannungsabfall mißt. Da derartige Widerstände möglichst klein sein müssen, um keinen zu großen Leistungsverbrauch zu verursachen, so ist auch die an den Enden zu messende Spannung nur gering. Es können deshalb Meßfehler besonders durch die durch den hohen Strom bedingte Temperaturerhöhung und durch Änderung der Stromverteilung infolge des Anschlusses der Zuleitungen hervorgerufen werden.

Vom National Physical Laboratory wurde ein Präzisionswiderstand entwickelt, bei dem diese Fehlerquellen möglichst vermieden wurden. Der Widerstand besteht aus einer Anzahl parallel geschalteter Kupferröhren, die in zwei dicke Kupferplatten eingelassen sind und von Kühlwasser durchflossen werden. Um Änderungen in der Stromverteilung möglichst auszuschließen, erfolgt der Anschluß des Widerstandes an den Stromkreis durch mehrere parallel geschaltete Kabel, die in dem überstehenden Rand der abschließenden Kupferplatten symmetrisch verteilt sind, während der Spannungsabfall zwischen den Mittelpunkten der Platten gemessen wird, wo die Stromdichte nahezu Null ist und sich auch am wenigsten ändern würde. Der Widerstand für die Messung von Stromstärken bis 25 000 A besteht aus 40 parallelen Kupferröhren von je 14 cm Länge, 17,5 mm äußerem Durchmesser und 1,5 mm Wandstärke und hat einen Wert von $2 \cdot 10^{-5}$ Ω. Bei 25 000 A beträgt also dabei die am Widerstand zu messende Spannungsdifferenz 0,5 V und der Leistungsverbrauch im Widerstand 12,5 kW. Die Kupferröhren sind symmetrisch auf einer Kreisfläche von 250 mm Dmr. verteilt, während die abschließenden Kupferplatten zum Anschluß der Zuleitungskabel einen größeren Durchmesser von 395 mm besitzen. An dem Rand jeder dieser Platten befinden sich 16 Löcher zum Anschluß der Kabel. Es stellte sich heraus, daß sich der Widerstand nur um etwa 0,2 % ändert, wenn statt der vorgesehenen 16 Zuleitungen an jeder Seite nur je eine benutzt wird. Das Kühlwasser durchfließt, um die Temperaturen möglichst niedrig zu halten, die Kupferröhren in 4 parallelen Kanälen, von denen jeder durch 10 Röhren gebildet wird. Bei voller Belastung des Widerstandes mit 25 000 A betrug die Temperaturerhöhung der Kupferröhren etwa 30 ° C. Da der Temperaturkoeffizient zu 0,003 % festgestellt wurde, ergibt sich für Strommessungen bis 25 000 A eine Genauigkeit des Widerstandes von mehr als 0,1 %. (E. H. Rayner, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 1155.) *rk.*

Astatische Präzisions-Meßinstrumente für Strom-, Spannungs- und Leistungsmessung. — Fast alle normalen elektrischen Meßgeräte geben schon unter geringem Fremdfeldeinfluß recht erhebliche Fehlanzeigen, die die zulässigen Abweichungen innerhalb der Eichgenauigkeit oft größenordnungsmäßig überschreiten. Für sehr genaue Messungen wurden schon astatische Dynamometer entwickelt, ein durch verwickelten Aufbau bedingter hoher Preis steht aber einer allgemeinen Verbreitung im Wege. Schwierigkeiten traten vor allem bei Strommessern auf, deren hohe Anwärme- und Temperaturfehler besonders bei großen Stromstärken schwer abzugleichen sind.

Abb. 1. Astatische Präzisions-Spannungs- und Strommesser.

Nunmehr ist von Siemens & Halske ein vollständiger Satz astatischer Präzisionsinstrumente herausgebracht worden, die sich von den bisher allgemein verbreiteten Präzisionsinstrumenten für Wechselstrom ohne Fremdfeldschutz sowohl in der äußeren Ausführung als auch im Preise kaum unterscheiden. Die Strom- und Spannungsmesser (Abb. 1) sind Dreheiseninstrumente. Die in ihnen verwendeten Nikkeleisen-Legierungen besitzen eine sehr geringe Remanenz und Koerzitivkraft. Zwei übereinander angeordnete Flachspulmeßwerke beeinflussen zwei Dreheisen, die auf einer gemeinsamen Achse, aber um 180 ° versetzt angebracht sind (Abb. 2). Die Spulenfelder wirken gleichsinnig und gleichstark auf die kreisförmigen Dreheisen, während ein homogenes Fremdfeld ein Spulenfeld schwächt und das andere um denselben Betrag verstärkt, so daß die Einwirkungen sich aufheben. Das bewegliche System ist leichter als das eines Dynamometers, damit verbessert sich der mechanische Gütefaktor, wie auch durch geringeren Eigenverbrauch der Anwärmefehler vermindert wird. Das bewegliche Organ ist kippfehlerfrei gelagert. Die Anzeigegenauigkeit liegt bei Strommessern dieser Art bis zu der Frequenz 450 Per/s, bei

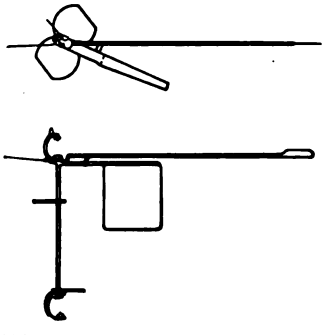


Abb. 2. Grund- und Aufriß des beweglichen Systems eines astatischen Strommessers.

[1] Severn Barrage Commlttee Report, London 1933.
[2] 1 £ = 20 RM.

Digitized by Google

den Spannungsmessern bis 150 Per/s innerhalb der Toleranzen der Klasse E. Die Genauigkeit der Anzeige wird von Änderungen der Kurvenform kaum beeinflußt, so daß selbst Wellenströme mit stark verzerrter Kurvenform oder mit großer Gleichstromkomponente genau zu messen sind. Ein Fremdfeld von 5 Gauß verursacht bei ungünstigster Phasenlage einen Anzeigefehler von weniger als 0,5 %, während ungeschirmte eisenlose Dynamometer unter gleichen Bedingungen einen Anzeigefehler von 15 ··· 20 % aufweisen. Die Skalenteilung verläuft über 70 % der Gesamtlänge nahezu gleichmäßig.

Die astatischen Strommesser sind entweder auf drei Meßbereiche (0,25/0,5/1 A; 1,25/2,5/5 A oder 5/10/20 A) umschaltbar oder besitzen nur einen 5 A-Bereich zum Anschluß an einen zugehörigen Spezialwandler. Der Eigenverbrauch beträgt 2 bzw. 1,25 VA. Die entsprechenden Spannungsmesser werden auch in verschiedenen Typen mit umschaltbaren Meßbereichen oder für Anschluß an Wandler oder Vorwiderstände geliefert. Die Leistungsmesser in der Reihe dieser Präzisionsinstrumente enthalten astatisch aufgebaute elektrodynamische Meßwerke. Durch kleine Windungsfläche und geringen Abstand der Spulen wird zudem die Astasie bei inhomogenen Fremdfeldern weitgehend verbessert. Die Stromstärke im Spannungspfad beträgt 30 mA, der Verbrauch der Feldspulen 2,6 VA, der Endausschlag wird bei $\cos\varphi = 1$ erreicht. Die Anzeigegenauigkeit liegt bis 500 Per/s innerhalb der Klasse E. Der Anzeigefehler durch den Einfluß eines Fremdfeldes von 5 Gauß beträgt weniger als 0,15 % gegenüber etwa 8 ··· 10 % bei nicht astatischen Dynamometern. Die Skalenteilung hat linearen Verlauf. *Kdn.*

Leitungen.

Leitungstörungen vornehmlich bei Sonnenaufgang. — Über sehr bemerkenswerte Feststellungen hinsichtlich des zeitlichen Auftretens von Leitungstörungen, die nicht durch Gewitter veranlaßt sind, berichten E. E. George und W. R. Brownlee auf Grund sorgfältiger, sich über mehrere Jahre ausdehnender Untersuchungen in dem sich über eine Fläche von 500 · 200 km erstreckenden 110 kV- bzw. 154 kV-Netz der Tennessee Electric Power Co. Hiernach ereignen sich 70 % aller nicht auf Gewittern beruhenden Leitungstörungen in der Zeit des Sonnenaufganges, wenn für die Zeit des Sonnenaufganges ein Band (also eine Zeitspanne) von 1½ h zugrunde gelegt ist, die sich teilweise (mit 15 min) schon durch die verschiedene geographische Lage der in ost-westlicher Richtung am weitesten entfernten Orte ergibt.

Für die sich laut vierjähriger Statistik alljährlich wiederholende Tatsache hat sich bisher noch keine ausreichende Erklärung finden lassen, so daß vermutet wird, daß verschiedene Ursachen gleichzeitig mitsprechen dürften. Als nächstliegende Ursache für das häufige Auftreten von Störungen bei Sonnenaufgang wurde zunächst das Auftreten von Nebel und Tau vermutet, doch zeigte sich, daß etwa ⅓ aller mit Sonnenaufgang zusammenfallenden Störungen sich bei wolkigem oder regnerischem Wetter ereigneten. Allerdings könnte immerhin gerade im Augenblick der Störung an der betreffenden Leitungsstelle die Sonne durch die Wolken gebrochen sein! Weitere Vermutungen bezogen sich auf das Schmelzen des Reifes bei Sonnenaufgang, auf Erdschlüsse durch Vögel, besonders Zugvögel, die vorzugsweise bei Sonnenaufgang oder bald danach ihren Flug antreten, oder zu Zeiten des Sonnenauf- und -unterganges mit Vorliebe singen, auf Jäger, auf das Fällen von Bäumen nächst der Leitung, Schwingungen infolge rascher Temperaturänderungen usw. Als naheliegende Ursache für Isolatorüberschläge wird bei schmutzigen Isolatoren auch das ungleiche Spannungsgefälle längs der Oberfläche angesehen, wenn eine Seite des Isolators trocken, die andere dagegen naß ist. Jedenfalls hofft man, durch weitere systematische Untersuchungen der wahren Ursache doch noch auf den Grund zu kommen. — Als vorläufiges Ergebnis der Tatsache, daß Leitungsunterbrechungen bei Sonnenaufgang ungefähr 40mal häufiger als zu anderen Tageszeiten (Gewitter ausgenommen) auftreten, haben sich in der betreffenden Anlage naheliegende Schlußfolgerungen für die Lastverteilung um diese Tageszeit ergeben. (Nach Ansicht des Berichterstatters dürfte die fragliche Erscheinung höchstwahrscheinlich auf die in den Morgenstunden meist besonders starke Taubildung zurückzuführen sein, worauf die bekannte große Erniedrigung der Überschlagspannung von Hochspannungsisolatoren bei Nebel und hoher Luftfeuchtigkeit hinweist.) (E. E. George u. W. R. Brownlee, Electr. Wld., N. Y., Bd. 98, S. 658.) *W. W.*

Elektromaschinenbau.

Erfahrungen mit einem wasserstoffgekühlten Phasenschieber. — Über die Erfahrungen mit einem großen wasserstoffgekühlten Phasenschieber („Synchron-Kondensator") von 20 BMVA Leistung berichtet Schnell von der San Joaquin Light & Power Corp. (Kalifornien). Die Frage, ob eine Synchronmaschine in gewöhnlicher Bauart oder eine wasserstoffgekühlte in Freiluftausführung zu wählen sei, entscheidet sich leicht auf Grund der Kostenaufstellung. Die wasserstoffgekühlte ist natürlich erheblich teurer, dafür fällt aber das Gebäude fort. Immerhin verbleibt aber ein geringer Mehrpreis. Die normale 20 BMVA - Maschine kostete einschl. des Gebäudeanteils nebst Schaltanlage 0,63 Mill RM, die wasserstoffgekühlte 21 000 RM mehr. Nun müssen aber noch die Verluste kapitalsmäßig bewertet werden, und die sind bei der wasserstoffgekühlten Maschine wesentlich geringer, u. zw., was besonders ins Gewicht fällt, vor allem die Leerlaufverluste. Dieser Vorteil ist so groß, daß man sogar unbedenklich eine Erhöhung der Kupferverluste zugestehen kann. Die Verluste sind nach folgender Rechnung zu kapitalisieren: Leerlaufsverluste = Höchstverlust × Betriebstundenzahl × Kosten der kWh; Kupferverluste = Höchstverlust × Verluststundenzahl × Kosten der kWh (über den Begriff der Verluststundenzahl siehe Smolinski, ETZ 1928, S. 81). Für jene ergab sich ein Wert von 1260 RM/kW, für diese 420 RM. Wenn man die so ermittelten Verlustkapitalien den Anschaffungskosten hinzurechnet, ergibt sich, daß die wasserstoffgekühlte Maschine um 115 500 RM billiger ist.

An der Anlage sind folgende Einzelheiten bemerkenswert: Die Erregermaschine wird von einem Drehstrommotor angetrieben, der durch einen besonderen Transformator gespeist wird. Dieser ganze Satz liegt aber innerhalb des Differentialschutzes der Hauptmaschine, wodurch ein besonderer Hochleistungschalter überflüssig wird. An jedem Ende der Maschine ist ein Wasserstoffbehälter angeordnet. Ein neben der Maschine stehendes wetterfestes Gebäude enthält einen Wasserstoff-Reinheitsanzeiger sowie Thermometer für kalten und warmen Wasserstoff. Bei der Inbetriebnahme wird die Maschine zunächst mit Kohlensäure gefüllt, bis die Luft vollständig verdrängt ist. Sodann wird die Kohlensäure durch Wasserstoff verdrängt. Im Betriebe wird ein kleiner Wasserstoff-Überdruck gehalten. Sobald er auf 0,2 kg fällt, wird selbsttätig Wasserstoff nachgefüllt, die Nachfüllung wird bei einem Überdruck von 0,7 at unterbrochen.

Der Hauptvorteil der Wasserstoffkühlung ist die Herabsetzung der Luftreibungsverluste. Dazu kommt noch die 7,5mal so hohe Wärmeleitfähigkeit des Wasserstoffes, verglichen mit Luft, so daß bei gleicher Außentemperatur die Kupfertemperatur niedriger bleibt. Der Wärmeübergangskoeffizient von Metall zu Wasserstoff ist auch um 30 % höher als der von Metall an Luft, so daß der Kühler um soviel kleiner bemessen werden kann. Die starke Verminderung der Luftreibungsverluste hat eine entsprechende Geräuschverminderung zur Folge; das ermöglicht hohe Drehzahlen und somit billigere Maschinen. Wer neben der beschriebenen Maschine steht, hört nur den 60-Perioden-Ton, genau wie bei einem Transformator; man muß nach den Schleifringen sehen, um sich zu vergewissern, daß die Maschine läuft. Infolgedessen kann man solche Maschinen auch in bewohnten Vierteln aufstellen, wo gewöhnliche Maschinen unmöglich sind. (C. E. Schnell, Electr. Wld. Bd. 99 S. 458.) *Ha.*

Beleuchtung.

Angleichung der Spektralempfindlichkeit von Photozellen an die des menschlichen Auges. — Über eine neuartige Filterkombination zur genauen Angleichung der spektralen Empfindlichkeit von Photozellen an die Augenempfindlichkeitskurve berichtete A. Dresler. Das bisher benutzte Verfahren der Vorschaltung von Filtern vor die Photozelle ermöglicht nur in den seltensten Fällen eine ausreichende Anpassung der spektralen Empfindlichkeit an die des menschlichen Auges. Werden statt eines einzigen Filters mehrere hintereinandergeschaltet, so ergibt sich nicht nur ein großer Energieverlust, sondern auch eine Unterdrückung einzelner Spektralbereiche zugunsten anderer, so daß eine „Überkompensation" eintritt.

Diese Nachteile werden vermieden, wenn man nach dem Vorschlage Dreslers die Anbringung der Filterkombination auf einen Teil der lichtempfindlichen Zellenoberfläche beschränkt und die übrigbleibende Fläche mit einem

Digitized by Google

oder mehreren anderen Filtern bedeckt, die die Überkompensation wieder ausgleichen. Durch geeignete Wahl der Filter und der von ihnen bedeckten Flächenanteile ist es dann möglich, die spektrale Empfindlichkeit der Zelle der des Auges vollständig anzupassen. Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß man die Filterwirkung stetig verändern kann, bis die gewünschte Übereinstimmung erreicht ist. Es gelang auf diese Weise, bei der Selensperrschichtzelle der Süddeutschen Apparatefabrik Nürnberg die Angleichung mit einem Grünfilter (VG 2) und einem Gelbfilter (OG 1, beide 1 mm stark) von Schott & Gen., Jena, zu erzielen. Hierbei wurden etwa 14 % der Zellenfläche von dem Grünfilter, 6 % von dem Gelbfilter und etwa 80 % von beiden Filtern gemeinsam bedeckt. Die Zellenempfindlichkeit mit dieser Filterkombination betrug hierbei für normales Glühlampenlicht etwa 30 % der Empfindlichkeit ohne Filter. Das Verfahren soll sinngemäß auf die Angleichung der spektralen Empfindlichkeit von Photozellen und Thermoelementen an die verschiedensten Wirkungskurven von Strahlungsquellen angewandt werden können. (A. Dresler, Vortrag Dt. Beleuchtungstechn. Ges., 24. I. 1933.) *Frh.*

Fernmeldetechnik.

Pupinspulen mit Kernen aus Isopermblech oder -band. — Die Pupinspulen sollen hohe Induktivität, geringen Wirkwiderstand, kleine Abmessungen und magnetische Stabilität besitzen. Die Erfüllung dieser Forderungen, die einander zum Teil entgegenstehen, hängt in der Hauptsache von den Eigenschaften des Kerns ab. Es ist allmählich gelungen, Massekerne[1] mit einer Permeabilität von etwa 70 bis 80 in so kleinen Abmessungen herzustellen, daß eine weitere Verkleinerung wegen der wachsenden Schwierigkeiten der Ringwicklung kaum noch wirtschaftliche Vorteile verspricht. Um die Entwicklung weiterzuführen und das schwierige und kostspielige Verfahren der Massekernherstellung entbehrlich zu machen, verfolgte die AEG den Weg, für die Kerne einen Werkstoff mit verringerter Instabilität zu entwickeln, der den Kernaufbau in der üblichen Form von Blechen ermöglicht. Die Perminvare entsprechen dieser Forderung trotz geringer Amplitudenabhängigkeit der Permeabilität nicht, weil sie ihrem Wesen nach instabil sind und bei Beanspruchungen über eine bestimmte Grenze ihre Betriebseigenschaften verlieren. Es gelang aber, aus Eisen-Nickel-Legierungen mit 40 ··· 60 % Eisen und Zusätzen von Al oder Cu durch geeignete Behandlung Werkstoffe mit hoher Stabilität und mit Permeabilitäten bis $\mu = 100$ zu bilden, die als Gruppe der Isoperme bezeichnet wurde; die Hysterese wurde im Laufe der Versuche unter die der besten Massekerne herabgedrückt, auch die Nachwirkungsverluste blieben stets in den zulässigen Grenzen.

Das CCIF hat 1931 für Pupinspulen vorläufig als zulässiges Hysteresemaß bei 800 Hz $12\sqrt{L}\,\frac{\Omega/\mathrm{H}}{mA}$ festgesetzt, Die DRP hat diese Bedingung für die 140/56 mH-Fernkabelspule auf $6{,}6\sqrt{L}$ verschärft. Die Massekern-Fernkabelspulen der Lieferung für 1932 entsprechen einem Hysteresemaß von $4{,}8\sqrt{L}$. Der heutige AEG-Isoperm-Fernkabelspulensatz 140/56 mH hat bei gleichem Rauminhalt und gleichem Wirkwiderstand ein Hysteresemaß von etwa $2{,}2\sqrt{L}\,\frac{\Omega/\mathrm{H}}{\mathrm{mA}}$. Die Permeabilität des Isopermkerns ist dabei etwa 45, der Kern ist in Ringe von etwa 0,1 mm Stärke unterteilt; die Wirbelstromverluste sind denen der Massekerne ungefähr gleich. Inzwischen hat sich gezeigt, daß man die Kernpermeabilität ohne Schwierigkeiten auf etwa 75 steigern kann. Das läßt sich zur Herabsetzung der Abmessungen der Spule ausnutzen. Beispielsweise hat eine Isopermkernspule von 700 cm³ etwa die gleichen Eigenschaften wie eine Massekernspule von 1065 cm³. Die Raumverringerung beträgt also 35 %. In bezug auf die Abhängigkeit von überlagertem Gleichstrom ist die Isopermkernspule der Massekernspule mindestens gleichwertig, außerdem zeigt sie eine außerordentlich gute zeitliche Beständigkeit der magnetischen Werte. Weitere erfolgversprechende Aussichten bietet der neue Stoff durch die Möglichkeit der Übergangs von der Ringform der Spule zu der sonst in der Elektrotechnik bevorzugten Zylinderform. Dadurch wird eine bei der Ringwicklung nicht ausführbare weitere Verkleinerung und Verbilligung der Spulenabmessungen in erreichbare Nähe gerückt. (H. Jordan, Th. Volk u. R. Goldschmidt, Europ. Fernsprechdienst 1933, H. 31, S. 8.) *Bkm.*

Zwei Verfahren zur Herstellung von Oxydkathoden für Verstärkerröhren. — Es ist eine seit langem durchaus bekannte Tatsache, das sich in den Rohren der Wasserleitungen mit der Zeit Verkrustungen bilden, die äußerst fest haften. Es ist dieses in der Regel ein Kalziumkarbonatbelag [$CaCO_3$]. Als Grund für diese Verkrustungen wird neuerdings in erster Linie die Bildung von sog. „Lokalelementen" herangezogen. Zur Bildung dieser Lokalelemente, Elemente winzigster Kapazität, sind durchaus nicht ein edleres und ein unedleres Metall im üblichen Sinne in einem Elektrolyten erforderlich. Die ungleichmäßige Beschaffenheit einer in einen Elektrolyten eintauchenden Metallfläche genügt zu ihrer Bildung. So genügen z. B. kleine Verunreinigungen der Metalloberfläche, die sich unregelmäßig über diese verteilen, oder Spuren von Oxyden des betreffenden Metalls, die sich an dieser oder jener Stelle finden, um solche Lokalelemente zu bilden, wobei dann die oxydierte Stelle die des edleren Metalls einnimmt, während bei diesem Beispiel das Leitungswasser den Elektrolyten bildet. Der Gedanke, diesen Vorgang künstlich zu erzeugen, lag nahe; dabei wurde dann auch festgestellt, daß z. B. bei einer Abscheidung auf Edelmetall aus einer wäßrigen Bikarbonatlösung [$Ca(HCO_3)_2$] ein Strom fließt. Bei den Untersuchungen über diesen künstlich hervorgerufenen Verkrustungsvorgang wurde folgendes festgestellt. Die Festigkeit des Niederschlages ist abhängig von der Zusammensetzung der Lösung, deren Temperatur sowie von der Oberflächenbeschaffenheit des Edelmetalls. Von entscheidender Bedeutung ist der Sauerstoffgehalt der Lösung und die Strömung der Flüssigkeit, da ja dadurch stets neuer Sauerstoff herangeführt wird. Der Sauerstoff aber in der Lösung verhindert ein Nachlassen bzw. völliges Aussetzen des Stromes aus folgendem Grunde. An der einen Seite, der Anode, geht Metall in Lösung, während an der Kathode Wasserstoffionen abgeschieden werden. Diese Wasserstoffionen entweichen zum großen Teil als Wasserstoff, können aber natürlich nicht in unbeschränkter Menge entweichen und bedecken langsam die Oberfläche der Kathode. Dadurch wird die aktive Kathodenoberfläche also verkleinert, der Strom läßt nach; er hört endlich gänzlich auf, wenn die ganze Oberfläche der Kathode mit Wasserstoff überzogen ist. Ist jedoch genügend Sauerstoff in der Lösung enthalten, so oxydiert der Wasserstoff, der nicht mehr entweichen kann, zu H_2O, die Kathodenoberfläche bleibt frei und damit weiter in ihrer ganzen Ausdehnung aktiv. Die Art der Abscheidung der Karbonate selbst aber ist abhängig von der Löslichkeit der benutzten Erdalkaliverbindung, d. h. je schwerer löslich sie ist, desto leichter und in um so stärkerem Maße erfolgt die Abscheidung. — Diese also bekannten Tatsachen wurden von F. Tödt in zwei verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Oxydkathoden benutzt[1].

Es sollen hier die bisher bekannten Verfahren, bei denen die gewünschte Erdalkalimetall-Verbindung entweder in Form einer Paste auf den Trägerdraht aufgestrichen oder als Lösung aufgespritzt wird, die Verdampfverfahren, Tauchverfahren sowie die direkt elektrolytischen Verfahren, nicht näher besprochen werden[2]. Soweit überhaupt möglich, gibt die sehr zahlreiche Patentliteratur darüber einigen Aufschluß, Einzelheiten aber, die der Besprechung wert wären, werden von den Firmen als Fabrikationsgeheimnis nicht bekanntgegeben.

Die Herstellung von Oxydkathoden erfolgt auf Grund obiger Erkenntnisse in folgender Weise. Die zu verkrustende Kathode, z. B. Wolfram- oder Platindraht, wird mit einem unedleren Metall, wie Zink, Eisen oder Kadmium, zu einer galvanischen Kette verbunden. Die beiden so verbundenen Metalle werden dabei in eine wäßrige Lösung von z. B. Bariumbikarbonat getaucht. Man stellt also künstlich ein Lokalelement her, das man nunmehr sich selbst überläßt. Die Abscheidung dauert einige Zeit (Tage), nach deren Verlauf sich auf der Kathode die gewünschte Verkrustung gebildet hat. Dieses Verfahren, das auf den ersten Blick etwas umständlich erscheint infolge der Dauer der Abscheidung, hat aber folgenden großen Vorteil.

Maßgebend für die Einheitlichkeit und damit für die technische Brauchbarkeit der Schichten ist die Stromdichte, die konstant gehalten werden muß. Aus diesem Grunde können bei Benutzung z. B. einer äußeren Stromquelle nur kurze Stücke des Kathodenmaterials mit der

[1] Vgl. z. B. ETZ 1926, S. 22.

[1] DRP. 512343 und 514606.
[2] Vgl. a. ETZ 1930, S. 1406.

Digitized by Google

Deckschicht versehen werden, denn nur bei kurzen Fadenstücken ist der Spannungsabfall in ihnen so gering, daß die Stromdichte gleichmäßig bleibt. Der Vorteil bei diesem Verfahren ist also, daß man ohne weitere Apparatur jede beliebige Menge Kathodenmaterial auf einmal mit der gewünschten Deckschicht versehen kann, die dabei stets von sehr großer Gleichmäßigkeit ist.

Bei dem zweiten Verfahren ist die Anordnung folgende: Das mit einer Deckschicht zu versehende Kathodenmaterial wird zusammen mit einer beliebigen indifferenten, d. h. unlöslichen Elektrode in eine wäßrige Lösung von Erdalkalisalzen getaucht. Beide Elektroden werden an eine Stromquelle gelegt derart, daß das zu verkrustende Material als Kathode wirkt, und dabei Kohlendioxyd eingeleitet oder die Lösung in geeigneter Weise zusammengesetzt, etwa derart, daß man z. B. Bariumbikarbonat verwendet. Als Stromquelle genügt ein Akkumulator von etwa 4 ··· 12 V. Nach wenigen Sekunden bereits ist eine genügend starke Deckschicht großer Festigkeit entstanden. Hierbei hat man es in der Hand, die Stärke der Deckschicht genau innezuhalten, u. zw. von der Stärke einer Atomschicht bis zu etwa 1 mm, je nachdem man die Konzentration der Lösung, die Stromdichte oder auch die Abscheidungszeit ändert. Auch Gemische, z. B. von Barium und Strontium, lassen sich abscheiden. Wünscht man dabei ein bestimmtes Mengenverhältnis einzuhalten, so muß man die Konzentration der Lösung entsprechend der Löslichkeit der einzelnen Salze einrichten, da, wie bereits oben gesagt, die Ausfällung entsprechend der Löslichkeit der Salze erfolgt.

Der Vorgang der Abscheidung ist dabei folgender: An der Kathode verschwinden Wasserstoffionen durch Wasserstoffentwicklung. Dadurch wird an der Kathode die Reaktion alkalisch. Durch das Einleiten von Kohlendioxyd werden negative CO_3-Ionen erzeugt. Die alkalische Reaktion verursacht nun in Gegenwart etwa von gelöstem Bariumsalz und Karbonat eine Fällung von Bariumkarbonat. Diese Fällung von unlöslichem Bariumkarbonat darf jedoch nur in unmittelbarer Nähe der Kathode erfolgen, während sie im Innern der Lösung verhindert werden muß. Diese beiden Bedingungen, die für das Entstehen einer auf der Kathode fest haftenden Schicht erforderlich sind, nämlich das Auftreten der Fällung in unmittelbarer Nähe der Kathodenoberfläche und die Verhinderung der Fällung im Innern der Lösung, werden erfüllt durch die alkalische Reaktion, die bei Stromdurchgang an der Kathode auftritt, wenn dabei gleichzeitig Erdalkalimetall-Ionen und CO_3-Ionen in der Lösung, die neutral oder schwach sauer sein muß, vorhanden sind. Die so erzeugten Karbonatschichten lassen sich in bekannter Weise durch Glühen in Oxydschichten verwandeln.

Der Vorgang selbst ist also eine rein chemische Fällung, während der Strom nur den Transport der dazu erforderlichen Ionen besorgt. Gegenüber den bisher bekanntgewordenen Verfahren hat dieses folgende Vorteile. Man erhält vollständig gleichmäßige und regelmäßige Schichten und hat es, wie oben gesagt, in der Hand, durch Änderung der verschiedenen Bedingungen die Menge des aufgebrachten Oxydes sowie die Schichtstärke nach Wunsch zu regeln.

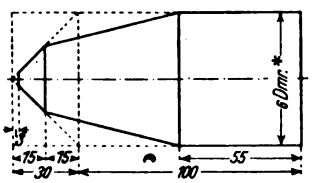
Eine Untersuchung der so erhaltenen Oxydkathoden auf ihre technischen Eigenschaften, Emission, Lebensdauer usw., konnte aus Mangel an entsprechenden Einrichtungen nicht in der wünschenswerten Weise erfolgen. Die Emissionsmessungen, die durchgeführt wurden, ergaben Werte von etwa 15 ··· 25 mA für 1 W Heizleistung. Lebensdauerversuche konnten dagegen nicht angestellt werden.

Die Frage nach der Lebensdauer war jedoch für den Erfinder nicht von ausschlaggebender Bedeutung, wichtig dagegen war es, Deckschichten aus Erdalkaliverbindungen zu erzielen, die einmal möglichst einfach aufzubringen waren und zum anderen so fest hafteten, daß sie durch mechanische Beanspruchung der Fäden, z. B. Aufspulen, nicht abbröckelten. Dies wurde auch in zufriedenstellender Weise erreicht, wobei jedoch die Schichten nicht derart fest sind, daß sie nicht zum Einschlagen der Kathoden in die Klemmen der Zuleitung an der betreffenden Stelle entfernt werden könnten. Da bekanntlich die Lebensdauer der Oxydkathoden u. a. von der Art der Oxydschicht und deren Stärke abhängig ist, ist es für daran interessierte Fabrikanten ein leichtes, durch Ändern der Bedingungen, wie oben gesagt, die bei der Herstellung erforderlichen Maßnahmen auszuprobieren. E. Bluhm.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Magnetisierung und Alterung von Dauermagneten. — Die Magnetisierung von Dauermagneten für elektrische Meßinstrumente verursacht gewisse Schwierigkeiten, da es oft nicht möglich ist, Spulen mit hinreichend starker Bewicklung durch den Luftspalt zu bringen. Magnetisierung über einer Kupferschiene mit Strömen bis zu 10 000 A erfordert besondere Anlagen. Man kann aber solche Magnete auch dadurch magnetisieren, daß man einem konstanten, verhältnismäßig schwachen Feld ein Wechselfeld großer Amplitude überlagert, das allmählich bis auf Null abnimmt. Man schiebt auf die Schenkel des Magneten zwei Spulen mit einlagiger Wicklung, schließt die Schenkel durch einen eisernen Anker und bringt das ganze in das Innere einer zylindrischen Spule. Die beiden Schenkelspulen werden mit Gleichstrom, die Zylinderspule mit Wechselstrom gespeist. Das Wechselfeld wird durch Herausziehen aus der äußeren Spule auf Null gebracht. Für das konstante Feld genügt eine Stärke von etwa 100 Gauß; die Anfangsamplitude des Wechselfeldes soll nicht kleiner als 400 Gauß sein. Man erreicht dann volle Sättigung. Es empfiehlt sich, das System im montierten Zustand zu magnetisieren und zu altern; die scheinbare Remanenz wird dadurch um 25 % vergrößert. Erfolgt nur die Alterung im montierten Zustand, so steigt die Remanenz immer noch um 14 %. Auch die Stabilität ist am günstigsten bei Magnetisierung im montierten Zustand. (E. Schramkow u. B. Janowsky, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 429.) *Br.*

Entmagnetisierungsfaktor verschiedener Probeformen. — Die Bestimmung der wahren Magnetisierungsfeldstärke setzt die Kenntnis des Entmagnetisierungsfaktors N voraus, der nur im Fall des gleichmäßig bewickelten Kreisringes und des unendlich langen Stabes gleich Null ist. Er läßt sich für Ellipsoide berechnen; deren Herstellung erfordert jedoch eine so erhebliche Werkstattarbeit, daß E. Maurer und F. Meißner vorgeschlagen haben, ein aus Kegeln und Zylindern zusammengesetztes angenähertes Ellipsoid zu benutzen. Die Form dieses Kegelstabes zeigt Abb. 3. Sein Entmagnetisierungsfaktor wird aus der idealen Induktionskurve ermittelt, die nach einer ballistischen Methode bestimmt wird, und mit dem Wert eines Ellipsoids von gleichen Abmessungen verglichen. Es zeigt sich, daß der Wert für den Kegelstab unabhängig vom Werkstoff und von der Höhe der Magnetisierung ist, und daß er um etwa 1 % kleiner ist als der eines entsprechenden Ellipsoids. Der Kegelstab ist daher geeignet, für viele magnetische Messungen, insbesondere für die Bestimmung der Anfangspermeabilität, das Ellipsoid vollwertig zu ersetzen. (H. Lange, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 260.) *Br.*



Durchmesser 10fach vergrößert, Maße in mm.

Abb. 3. Form der Kegelstäbe.

Werkstatt und Baustoffe.

Kunstharz-Hartleinen-Schnitzel, ein neuer schlagfester Isolierpreßstoff. — Vor einigen Jahren ging die Elektrotechnik dazu über, Kunstharzpreßstoffe zu verwenden, die neben hoher Wärmebeständigkeit und vorzüglichen elektrischen und chemischen Eigenschaften auch eine hohe Schlagfestigkeit besitzen. Dahin gehören die Kunstharz-Holzmehlmischungen, deren Schlagfestigkeit 4 ··· 5mal größer als die des Hartporzellans ist, ferner die Kunstharz-Hartpapiere, die aber wegen ihrer geringen chemischen und Feuchtigkeits-Widerstandsfähigkeit nicht in Betracht kommen, und dann das außerordentlich schlagfeste Kunstharz-Leinenmaterial. Der Verwendung des Kunstharz-Hartleinens für den elektrischen Apparatebau stand aber die schwierige Verpreßbarkeit dieses Materials im Wege, weil es sich bei diesen Apparateteilen immer um mehr oder weniger komplizierte Formstücke handelt. Es galt also, Mittel und Wege zu finden, Kunstharz-Hartleinen in Gestalt einer leicht und wirtschaftlich verpreßbaren Masse herzustellen. Dies ist im letzten Jahr der H. Römmler AG. dadurch gelungen, daß das mit Kunstharz getränkte Leinenmaterial in die Form von kleinen Gewebestücken, Leinenschnitzeln, gebracht wurde. Zusammen mit einer weiteren physikalisch-chemischen Behandlung ergab sich so die Möglichkeit, eine leicht verpreßbare Preßmasse aus dem Kunstharz-Hartleinen-Material herzustellen, mit dem auch komplizierte Formpressungen möglich sind.

Die Schlagbiegefestigkeit des Kunstharz-Hartleinen-Materials ist größer als von Gußeisen (s. Zahlentafel 1). Auch die chemische Feuchtigkeitsbeständigkeit sowie die

Digitized by Google

elektrischen und thermischen Eigenschaften dieses Materials sind vortrefflich.

Zahlentafel 1.

Biegefestigkeit kg/cm² min.	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm² min.	Wärmebeständigkeit nach Martens °Cels.	Oberfläch.-Widerstand nach 24stünd. Liegen im Wasser in MΩ	innerer Widerstand nach 24stünd. Liegen im Wasser in MΩ	spez. Gewicht	Durchschlagsfestigkeit bei 5 mm Wandstärke in V
700	15	125	40 000	20 000	1,4	40 000

Hartleinenapparate der Stotz-Kontakt G. m. b. H., Mannheim-Neckarau, sind besonders geeignet für die Ausführung von Feuchtraum-Installationen, bei denen neben dem Auftreten von Feuchtigkeit auch mit erheblichen mechanischen Beanspruchungen gerechnet werden muß. Die Apparate aus Hartleinenmaterial stehen in der Festigkeit den heute üblichen Apparaten aus Metall nicht nach, haben aber dabei den außerordentlichen Vorzug des vollkommenen Berührungschutzes. Erdung und Nullung kommen bei diesen Apparaten in Wegfall. Der Mehrpreis, der sich bei Hartleinenapparaten gegenüber solchen aus Kunstharz-Preßmassen ergibt, wird vollkommen ausgeglichen durch den Wegfall der bei Metall notwendigen Erdungsleitungen. Ein großer Vorteil der Hartleinenapparate besteht in dem außerordentlich niedrigen Gewicht, welches nur etwa den fünften Teil desjenigen der sonst üblichen Metallapparate beträgt.

Mit Recht werden deshalb Hartleinenapparate u. a. für Schiffsinstallationen verwendet, bei denen sich z. B. der Unterschied gegenüber Metall dahingehend auswirkt, daß insgesamt rd. 1 t Gewichtsersparnis erzielt wird. Hartleinenapparate werden von Feuchtigkeit, salzhaltiger Luft, Ammoniak- und Säuredämpfen usw. nicht angegriffen. Die Oberfläche ist hochglänzend und mit reinem Kunstharz überzogen und setzt chemischen Einflüssen einen außerordentlich hohen Widerstand entgegen. Ein Anstrich mit korrosionsschützenden Farben wie bei Metallapparaten ist bei Hartleinenapparaten überflüssig. *fi*

Energiewirtschaft.

Fortschritte der Elektrizitätswirtschaft in Irland. — Die Elektrizitätswirtschaft des irischen Freistaats hat nach der Inbetriebnahme des von den Siemens-Schuckertwerken auf Rechnung der irischen Regierung errichteten Shannonkraftwerks außerordentliche Fortschritte gemacht. Von 1929/30 bis 1931/32 erhöhte sich, wie die folgenden Zahlen zeigen, die Stromerzeugung um annähernd 150 %.

Entwicklung des Shannonkraftwerks

Jahr	Stromerzeugung Mill kWh	Stromabgabe Mill kWh	Zahl der Abnehmer in 1000
1929/30 . . .	60,95	43,18	47,2
1930/31 . . .	119,84	85,50	67,7
1931/32 . . .	151,84	110,68	77,1

Hierzu kamen im letzten Jahr noch weitere 2,73 Mill kWh, die von 103 zugelassenen Werken an das Sammelschienennetz abgegeben sind. Man kann mit einem raschen Weiterwachsen des irischen Elektrizitätsverbrauchs rechnen, da nur erst ein verhältnismäßig kleiner Teil der Bevölkerung beliefert wird. Von den 2,9 Mill Einwohnern des Freistaats wohnten 1931/32 nur 841 000 oder 29 % im Bereich öffentlicher Versorgungsnetze. Von den 77 134 Verbrauchern Ende 1931/32 entfielen 61 691 oder rd. 80 % auf die vier größten Städte Dublin, Cork, Limerick und Waterford, auf Dublin allein 43 600 oder 57 %. Für den gesamten Rest des Freistaats blieben somit nur noch 15 443 Elektrizitätsverbraucher.

Der Electricity Supply Board des irischen Freistaats wurde 1927 gegründet; abgesehen vom eigentlichen Elektrizitätsgeschäft befaßt sich dies Organ lebhaft mit Werbungsarbeiten, hat in etwa 20 irischen Städten Verkaufsstellen eingerichtet und ist der hauptsächlichste Verkäufer elektrischer Einrichtungen und Geräte.

Der Abschluß der Bauarbeiten am Shannon-Kraftwerk und am Sammelschienennetz, die gesunkene Kaufkraft der Bevölkerung und die Pfundentwertung haben dazu geführt, daß die irische Einfuhr elektrischer Maschinen und Geräte von 20,34 Mill RM 1929 und 18,46 Mill RM 1930 auf 13,20 und 9,44 Mill RM in den Jahren 1931 und 1932 gesunken ist.

Elektrotechnische Einfuhr des Freistaats Irland

Wertangaben in Mill RM[1]

Erzeugnisgruppe	1931	1932
Elektrische Maschinen	3,47	2,59
Elektrische Drähte und Kabel	1,90	1,47
Funkgeräte und -einrichtungen	2,53	2,03
Elektrische Lampen	1,14	0,78
Sonstige elektrische Geräte und Einrichtungen	3,86	2,42
Kupferdraht	0,33	0,15
Gesamteinfuhr	13,20	9,44

[1] 100 RM 1931 = 5,23 und 1932 = 6,77 £.

(Electr. Rev. Bd. 112, S. 241 u. 248.) *A. Fr.*

AUS LETZTER ZEIT.

Reichsbahnelektrisierung. — Der Verwaltungsrat der deutschen Reichsbahn hat im Rahmen des von der Reichsregierung verkündeten Grundsatzes der Arbeitsbeschaffung auf seiner Tagung Anfang Mai beschlossen, die Fernstrecken Augsburg—Treuchtlingen—Nürnberg nebst der zugehörigen kurzen Güterbahn Reichelsdorf—Nürnberg (142 km) sowie die Vorortstrecke München—Dachau (18 km) auf elektrischen Zugbetrieb umzustellen. Die Gesamtkosten sind auf 32 Mill RM veranschlagt. An Fahrzeugen sind für den elektrischen Zugbetrieb auf diesen Strecken 25 elektrische Lokomotiven und 10 Triebwagenzüge zu beschaffen.

Unterirdisch geführte Straßenbahn in Stockholm. — In Stockholm befindet sich z. Z. eine Strecke unterirdisch geführter Straßenbahn im Bau, die die südlichen Vororte mit dem Stadtzentrum verbinden wird. Sie ist etwa 1800 m lang und besteht aus Bergtunnel und Straßentunnel zur besseren Einfahrt der südlichen Vorortstrecken. Die neue Tunnelstrecke soll im Herbst 1933 betriebsfertig sein. Vorläufig soll der Tunnel von den vorhandenen Wagen der Straßenbahn befahren werden.

Exportförderung im Dienste der Arbeitsbeschaffung. — Der Auslandverlag G. m. b. H. und der Progressus Internationale Technische Verlagsgesellschaft m. b. H., Berlin SW 19, leiteten eine Weltpropaganda deutscher Technik und Arbeit im Auslande anläßlich der Weltkraftkonferenz 1933 ein. Diese wird im Einvernehmen mit den nachstehenden industriellen Spitzenorganisationen ausgeführt: Reichsverband der Deutschen Industrie, Berlin; Verein deutscher Ingenieure, Berlin; Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin; Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, Berlin; Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin; Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin; Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Berlin; Vereinigung der Fabrikanten im Gas- und Wasserfach, Dessau; Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie, Berlin; Wirtschaftsinstitut für Rußland und die Oststaaten, Königsberg i. Pr. Es sind vorgesehen: 1. je eine Sonderausgabe der Zeitschrift „Das Echo“ in deutscher, englischer, französischer, spanischer, italienischer und portugiesischer Sprache; 2. je eine Sonderausgabe der Progressusorgane in englischer, spanischer und russischer Sprache. — Für den redaktionellen Teil haben namhafte Wissenschaftler sowie prominente Wirtschaftsführer ihre Mitarbeit zugesagt.

Auslandsaufträge für die Siemens-Schuckertwerke AG. — Die Siemens-Schuckertwerke haben auf dem Zentralengebiet den Eingang verschiedener bemerkenswerter Aufträge aus dem europäischen Ausland auf die von ihnen entwickelten Expansionsschalter zu verzeichnen. Sie erhielten von der Société de Transport d'Energie du Centre (Frankreich) für ein neues Umspannwerk eine Bestellung auf Expansionsschalter für die höchste bisher zur Anwendung kommende Übertragungspannung von 220 kV mit angebautem Druckluftantrieb einschließlich der Drucklufterzeugungsanlage sowie auf alle übrigen 220 kV-Apparate. Für das zugehörige Wasserkraftwerk wurden die umfangreiche komplette Schaltwarte sowie eine große Anzahl Expansionsschalter für die Eigenbedarfsanlage bestellt. Für die Stadt Leicester (England) wird eine neue Schaltstation mit Expansionsschaltern ausgeführt. Auch aus Norwegen liegen Aufträge auf Schaltanlagen mit Expansionsschaltern vor.

Digitized by Google

Vollbeschäftigung in der Robert Bosch AG., Stuttgart. — Lt. Mitteilung des „Bosch-Zünder" trat bei der Robert Bosch AG. im März im Inlandsgeschäft eine spürbare Belebung ein. Die Steigerung des Auftragseingangs von den deutschen Automobilfabriken und besonders die Absatzsteigerung an Zubehörhändlerfirmen ermöglichten im März wieder Vollbeschäftigung der Arbeiter und Angestellten in sämtlichen Werken der Firma und machten darüber hinaus weitere Arbeitereinstellungen erforderlich.

Auftragseingang und Umsatz bei der amerikanischen General Electric und Westinghouse. — Die General Electric Co. hatte im ersten Quartal 1933 einen Auftragseingang in Höhe von 107 Mill RM gegenüber 140 Mill RM[1] für den gleichen Zeitabschnitt des Vorjahres (—24 %). Die Umsätze beliefen sich für das erste Quartal 1933 auf 110 Mill RM im Vergleich zu 159 Mill RM in der gleichen Vorjahrsperiode (—31 %).

Bei der Westinghouse Electric & Manufacturing Co. waren im 1. Quartal 1933 Aufträge in Höhe von 54 Mill RM gegenüber 60 Mill RM im letzten Quartal 1932 (—10 %) und 86 Mill RM im ersten Vierteljahr 1932 (—37 %) eingegangen. Der Umsatz zeigt folgende Entwicklung: 1. Quartal 1933 55 Mill RM gegen 70 Mill RM im 4. Quartal 1932 (—21,5 %) und 86 Mill RM im 1. Vierteljahr 1932 (—36 %).

Export der Wasserkraftenergie von Kanada nach den V. S. Amerika. — Im Parlament der Provinz Quebec wird nach Mitteilung der Zeitschrift „The Engineer" vom 21. IV. 1933, Nr. 4032, ein Gesetzentwurf beraten, um die in den Wasserkraftwerken gewonnene Energie bis 250 000 PS nach den V. S. Amerika zu exportieren, da für diese Energiemenge zur Zeit in Kanada kein Bedarf besteht. Bis jetzt ist übrigens in der Provinz Quebec nur ¼ der vorhandenen Wasserkräfte ausgebaut worden.

Neues Generatoren- bzw. Turbinenwerk in der UdSSR. — Nach Mitteilung der Zeitung „Sa Industrialisaziu" vom 4. V. 1933 ist der Bau des neuen Turbinen- bzw. Generatorenwerks in Charkow fertiggestellt worden. In diesem Werk soll die Herstellung der Turbosätze bis zu einer Leistung von 100 MW ohne örtliche Trennung erfolgen. Das Werk ist für eine Jahresproduktion an Turbosätzen von 2300 MW eingerichtet. Die erste im Werk fertiggestellte Maschine ist ein Francis-Turbosatz von 9500 kW bei 500 U/min. Auch ein 50 000 kW-Generator befindet sich bereits im Bau.

Die Schleusenanlage von Dneprostroi[1]. — Nach Mitteilung der Zeitung „Sa Industrialisaziu" vom 4. V. 1933 haben am 1. V. 1933 zwei Schiffe das erstemal die Dneprostroi-Schleusenanlage passiert. Die vollständige einmalige Schleusung erforderte bei der Probefahrt 95 min statt der projektierten 90 min. Die Füllzeit der Schleusen, welche mit max. 10 min festgelegt war, hatte nur 8 min beansprucht. Die ganze Länge des Dnepr-Flusses von 2000 km kann somit für die Schiffahrt ausgenutzt werden.

Elektrizitätserzeugung in Frankreich. — Nach Angaben des Ministère des Travaux Publics lt. Revue Générale de l'Electricité hat sich die Elektrizitätserzeugung der öffentlichen Werke Frankreichs in den letzten Jahren wie folgt entwickelt:

Jahr	Mill kWh
1930	15 340
1931	14 395
1932	13 800 (Schätzung)

Elektrische Reinigung des Trinkwassers in Frankreich. — In Frankreich sind zur Zeit Anlagen im Betrieb, um insgesamt 83 400 m³ Wasser täglich elektrisch zu sterilisieren (ozonisieren). Nachdem die langjährigen Betriebsergebnisse dieser Anlagen günstige Ergebnisse hatten, ist nunmehr eine neue große Anlage für 250 000 m³ Wasser täglich eingerichtet worden zur elektrischen Ozonisierung des Marne-Wassers, das zur Trinkwasserversorgung von Paris dienen soll.

[1] 1 RM = 4,20 $.

[1] ETZ 1932, H. 31, S. 743.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II. Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Ausflug mit Damen nach Paretz.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am **Sonnabend, dem 27. Mai 1933,** einen Ausflug mit Damen nach **Paretz.**

Abfahrt mittels Sonderdampfers um:

2,00 Uhr nachm. pünktlich von der Dampferstation am „Havelhof" in Potsdam (vor der Kaiser-Wilhelm-Brücke) über den Jungfernsee, Fahrlandersee und Schlänitzsee nach Paretz.

4,00 Uhr nachm. an Paretz.

4 ··· 5 Uhr nachm. gemeinsame Kaffeetafel im „Gasthaus Luisenquelle" (Inhaber Karl Feuerstadt).

5,00 ··· 5,30 Uhr nachm. Besichtigung des Schlosses Paretz.

5,30 Uhr nachm. pünktlich Rückfahrt über den Kleinen und Großen Zernsee, über Werder, Baumgartenbrück und den Schwielowsee nach Potsdam.

8,00 Uhr abends gemeinsames Abendessen nach der Karte im Restaurant „Zum Schultheiß" an der Kaiser-Wilhelm-Brücke.

Preis für die Dampferfahrt und zur Erstattung der sonstigen Unkosten 1.00 RM für die Person.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Gäste willkommen.

Teilnehmerkarten sind bis zum 25. Mai, 1 Uhr mittags, in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, erhältlich.

Um zahlreiche Beteiligung wird gebeten.

Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1932[1].

(*Schluß von S. 434.*)

IV. Funkwesen.

1. Funktelegraphie.

Mit dem ständigen Anwachsen der Zahl der internationalen Verkehrsverbindungen wuchsen die Forderungen an die Frequenzgenauigkeit der einzelnen Sender in steigendem Maße. Um den so bedingten Ansprüchen zu genügen, wurden Kristall-Steuersender entwickelt, durch die eine absolute Frequenzkonstanz von besser als 10^{-5} erzielt wird.

Zum Verkehr innerhalb Europas wurden Kurzwellensender mit den dazugehörigen Richtantennen in Königswusterhausen aufgestellt. Die Kurzwellenempfangsanlage in Beelitz wurde durch den Bau von weiteren 28 Richtantennen erweitert. Ferner ist ein Antennen-Empfänger-Wahlschaltsystem zur beliebigen Verbindung von 35 Richtantennen mit 30 Kurzwellenempfängern eingeführt worden.

Zur Sicherung eines ungestörten Telegraphieverkehrs mit hoher Wortgeschwindigkeit wurde das Siemens-Verdan-System auf der Linie Berlin—Moskau eingeführt, wo es zufriedenstellend arbeitet.

Die Entwicklung niederfrequenter Zusatzgeräte bei einer Kurzwellen-Telegraphierverbindung, bei denen harmonische Telegraphierkanäle verwandt werden, wurde begonnen. Mit ihrer Hilfe kann die Sicherheit einer derartigen Verbindung soweit erhöht werden, daß Druckbetrieb möglich ist.

Zur baulich einfachen und verlustarmen Verbindung von Sender bzw. Empfänger mit dem zugehörigen Antennengebilde wurde ein Hochfrequenzkabel entwickelt, das mit Ausnahme der erforderlichen Halterungen nur Luft als Dielektrikum enthält. Dieses Kabel hat inzwischen bei vielen Anlagen erfolgreich Anwendung gefunden; sogar für die Fortleitung von Ultrakurzwellen-Energie hat es sich bewährt.

[1] Der Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins hat vorstehenden „Rückblick" in der Jahresversammlung am 31. I. 1933 — wie sonst üblich — wegen Zeitmangels nicht vortragen können; der „Rückblick" wird daher nur hier in der ETZ veröffentlicht.

Digitized by Google

Spezialgebiete. Für Spezialdienste, z. B. für die Hauptküstenfunkstelle Norddeich und für den Flughafen Tempelhof, sind Sendeanlagen mit Fernbedienung eingeführt worden. In der Schiffahrt ist die Navigation mit Bordpeilern zu allgemeiner Anerkennung gelangt. Für die Gewässer des englischen Kanals sowie der Nord- und der Ostsee ist eine planmäßige Verteilung von Funkfeuern erfolgt. Bisher sind 71 Funkfeuer in den Dienst gestellt worden, deren Zahl auf 91 erhöht werden soll. Von den Handelschiffen der größeren seefahrenden Nationen sind rund die Hälfte mit Peilern ausgerüstet.

In der Entwicklung der Flugzeug-Sende- und -Empfangsanlagen sind weitere Fortschritte hinsichtlich der Gewichtsverminderung und Reichweitenerhöhung zu verzeichnen. Für den Flugzeugverkehr sind Kleinstationen von nur 20 kg Gewicht mit rd. 15 W Antennenleistung und einer Reichweite von 250 ··· 350 km zur Einführung gelangt. Die Geräte zeichnen sich durch weitestgehende Einfachheit der Bedienung aus.

Für Langstreckenflüge hat sich die Einführung von Bordpeilgeräten, die z. Z. auf rd. 50 Maschinen eingebaut sind, als überaus zweckmäßig erwiesen. Die mit dem Flugzeug-Bordpeiler erzielten Erfolge sind durch den Weltflug Gronaus allgemein bekannt geworden.

Eine Kurzwellen-Bordstation für Langstreckenverkehr wurde auf der Südflugstrecke der Deutschen Luftbansa (Cadiz—Las Palmas—Gambia-Bucht) eingesetzt. Die Bordanlage ermöglichte einen Verkehr von befriedigender Regelmäßigkeit auch für die größeren Entfernungen (bis zu 5000 km).

Entsprechend der Bedeutung der Flugfunknavigation für den Flug ohne Bodensicht wurde das Fremdpeilnetz verbessert. Zur Verringerung der Funkfehlweisung dienten systematische Untersuchungen an Bodenpeilanlagen. Auch auf dem Gebiete der Fernpeilungen mittels gerichteter Sendungen wurden umfangreiche Versuche ausgeführt.

In letzter Zeit ist die subjektive akustische Anzeige zugunsten der objektiven optischen, die durch Instrumentenausschlag unmittelbar die Lage gegenüber dem Peilstrahl angibt, aufgegeben worden. Dabei ergab sich die grundsätzliche Eignung des neuartigen Kramar-Verfahrens.

Die bereits im Jahre 1930 aufgenommenen Kurzwellen-Bakenversuche mit der Eberswalder Richtfunkbake der Versuchstation Lorenz haben zur Entwicklung von Kursbaken und Gleitwegsendern für das Ultrakurzwellengebiet geführt. Wegen ihrer begrenzten Reichweite erscheint die Ultrakurzwellenbake für Flugzeugblindlandungen, Hafeneinfahrten und ähnliche Zwecke besonders geeignet.

2. Funktelephonie.

Das internationale Radiotelephonnetz hat im Jahr 1932 durch die Freigabe der Linien von Berlin nach Caracas (Venezuela) und nach Kairo für den öffentlichen Verkehr einen weiteren Ausbau erfahren. Das Fernamt Berlin vermittelt auch die Gespräche fast aller europäischen Staaten nach Ägypten mit Ausnahme von Italien, Frankreich und England, die über eigene Verkehrswege nach Ägypten verfügen. Ferner wurde der Telephonieverkehr zwischen Schiffen auf See und dem Festland wesentlich erweitert und verbessert. Für Überseedampfer wurde ein Kurzwellen-Telephoniesender durchgebildet, der Gegensprechen mit unterdrückter Trägerwelle über den ganzen Atlantischen Ozean hinweg mit dem Festlande erlaubt. Der Sender arbeitet mit rd. 500 Watt Trägerwellenleistung und Wellenlängen von 14 ··· 114 m auf eine Antenne, deren Dimension durch eine einfache Vorrichtung der jeweilig benutzten Wellenlänge angepaßt werden kann.

Die Entwicklung der Mittel zur Geheimhaltung des drahtlosen Telephonverkehrs ist zum Abschluß gebracht worden. Z.T. sind die Geheimhaltungseinrichtungen bereits in Betrieb genommen, so als Zusatzgerät zu den bestehenden Funkfernsprechanlagen im Überseeverkehr mit Buenos Aires TI (Transradio International) und ITT (International Telephone and Telegraph Co.). Die Sprachgüte wird durch die Einschaltung der Geheimhaltungseinrichtung nicht verschlechtert.

3. Bildfunk und Fernsehen.

Die im Berichtsjahr aufgenommene Bildtelegraphenverbindung Berlin—New York ist die erste deutsch-amerikanische Verbindung, auf der auch Halbtonbilder (Photographien usw.) übertragen werden können. Die Übertragung solcher Bilder durch Amplitudenmodulation einer Trägerfrequenz konnte bisher auf Funkverbindungen wegen der Fadings nicht vorgenommen werden. Nach dem Verfahren der Radio Corporation of America, das mit nebensächlichen Änderungen auch in Berlin angewendet wird, werden die Halbtonbilder durch rein elektrische Rasterung in Schwarz-Weiß-Bilder umgewandelt und als solche übertragen.

Um ein Zusammenarbeiten von französischen und deutschen Bildtelegraphengeräten zu ermöglichen, wurden sämtliche Siemens-Bildgeräte des öffentlichen Bildtelegraphenverkehrs in Europa auf die vom CCI für Telegraphie genormte Drehzahl von genau 1 U/s und auf das Raster von 4 Linien/mm unter Beibehaltung der Trommelgröße von 88 mm Dmr. umgestellt.

Im letzten Jahr ist ein Ultrakurzwellensender großer Leistung mit der Betriebswellenlänge von 7 m in den praktischen Versuchsbetrieb genommen worden. Dieser Sender besteht aus insgesamt 7 Stufen und besitzt Quarzsteuerung. Die Antennenkreisleistung bei Dauerstrich beträgt etwa 16 kW. Der Sender ist auf dem Messegelände in Berlin-Witzleben eingebaut und arbeitet auf einem vertikalen Draht als Antenne, der auf der Spitze des Funkturmes angebracht ist und in rd. ¼ Wellenlänge schwingt. Zur Verbindung des Senders mit der Antenne dient das Hochfrequenzkabel. Systematische Empfangsversuche haben gezeigt, daß dieser Ultrakurzwellensender das gesamte Stadtgebiet von Berlin und seine nähere Umgebung gut versorgt; gelegentlich konnte sogar in weit größerer Entfernung (bis zu 200 km) noch brauchbarer Empfang erzielt werden. Zunächst soll dieser Sender örtlichen Rundfunkübertragungen dienen. Darüber hinaus wurde er jedoch speziell dazu entwickelt, um Fernsehen hoher Qualität zu betreiben. Z. Zt. arbeitet das Fernsehen mit 90 Bildzeilen von je 110 Rasterelementen bei 25 Bildwechseln/s, d. h. also mit 250 000 Bildpunkten/s, entsprechend einem Frequenzband von 125 000 Hz. Die Versuchsergebnisse beweisen, daß die Erzielung der außerordentlich großen Bandbreite sehr gut gelungen ist, und daß bei der Übertragung keine störenden atmosphärischen Einflüsse auftreten. Vorher in Döberitz durchgeführte Versuche, bei denen die Bilder in 48 Bildzeilen (3000 Bildpunkte) zerlegt und 25mal in der Sekunde abgetastet werden, ergaben, daß die kürzeren Rundfunkwellen und die kurzen Wellen die Übertragung fein gerasterter Bilder nur über verhältnismäßig geringe Entfernungen ermöglichen und darum nur zur Versorgung einzelner Stadtgebiete geeignet sind.

Die zukünftige Entwicklung geht dahin, die Bildpunktzahl noch weiter, und zwar bis über das Doppelte zu steigern. Der Sender kann diese Bedingungen anstandslos erfüllen. Empfangseitig vermag den außerordentlich hohen Frequenzen nur die Braunsche Röhre verzerrungsfrei zu folgen.

Durch die Verwendung eines speziellen Materials für den Bildschirm ist es gelungen, nunmehr auch wirkliche Schwarz-Weiß-Bilder ohne die bei der Braunschen Röhre von früher bekannten grünlich-blauen Tönungen zu erhalten.

4. Rundfunk.

Die Zahl der Rundfunkteilnehmer ist auch im Jahre 1932 weiter gestiegen; sie betrug in Deutschland am 31. Dezember 4 307 722. Das bedeutet eine Steigerung gegenüber dem Stande am Anfang des Berichtsjahres um 326 870 Teilnehmer.

Auf dem Gebiete der Rundfunkempfänger sind bemerkenswerte Verbesserungen erzielt worden, so Einknopfbedienung auch bei Überlagerungsempfang, Großsichtskala, Schwundausgleich und Tonblende. An Einzelteilen zu Empfangsgeräten sind besonders zu erwähnen die neuzeitlichen Elektrolytkondensatoren, Hochfrequenzspulen, die einen Spezialeisenkern enthalten, und ein neuartiges abgeschirmtes Kabel für die Verbindung des Empfängers mit einer Außenantenne, das eine weitgehende Minderung örtlicher Störungen ermöglicht.

Die Entwicklung der Sendetechnik der letzten Jahre zielt dahin, dem Rundfunkhörer ausreichende, den örtlichen Störspiegel weit übersteigende Empfangsfeldstärken zu bieten. Zu diesem Zweck sind zwei Wege beschritten worden: Einmal kann durch Aufstellen von Großsendern für Rundfunkwellen zwischen 200 und 500 m ein Umkreis von rd. 60 ··· 90 km Dmr., bei den neuen fadingvermindernden Antennen bis zu 130 km Dmr. mit ausreichender Feldstärke versorgt werden. Anderseits ist es heute möglich, durch viele kleine Sender, die auf gleicher Welle arbeiten, ein beliebig großes Gebiet mit genügender Empfangsfeldstärke zu überdecken. Nach beiden Richtungen hat der Senderbau im Berichtsjahr außerordentliche Fortschritte zu verzeichnen.

Das Rundfunknetz wurde im Jahre 1932 stark ausgebaut. Es wurden in Betrieb genommen die neuen Groß-

Digitized by Google

sender Breslau, Langenberg und München mit je 60 kW, Leipzig mit 120 kW sowie der Rundfunksender in Frankfurt a. M. mit 15 kW Trägerleistung. Besonderer Wert wurde bei diesen Sendern auf gute Modulation gelegt. So ist es mit der Gitterspannungsmodulation möglich gewesen, bei dem Großrundfunksender Heilsberg eine geradlinige Aussteuerung von 80 % zu erreichen, während bei älteren Sendern nur eine solche von 50 ··· 70 % möglich war. Bemerkenswert ist ferner, daß die Frequenz der neuen Rundfunksender durch Einführung eines thermischkompensierten Quarzsteuersenders auf wenige Hz konstant gehalten wird. Die Arbeiten für die neuen Großrundfunksender in Berlin und in Hamburg sind im Gange. Beide Sender werden in der Endstufe mit 300 kW-Röhren betrieben werden. Die Arbeiten für die Leistungserhöhung der Rundfunksender in Bremen und in Hannover (bisher 0,25 kW, künftig 1,5 kW) sowie des Senders in Kassel (Leistungsverdopplung auf 0,5 kW) haben begonnen. Ebenso laufen z. Z. Arbeiten für die Errichtung einer neuen Rundfunksendeanlage in Freiburg i. Br. mit verstärkter Leistung sowie einer neuen Senderanlage in Trier. Die Sender Frankfurt, Kassel, Trier, Freiburg werden nach Fertigstellung zu einem Gleichwellenbetrieb vereinigt werden.

Die stets zunehmende Leistungsteigerung der Rundfunksender in allen Ländern führte dazu, Wasserkühlröhren in immer größeren Einheiten zu entwickeln. Die neueren Großrundfunksender, wie Langenberg, Breslau und Leipzig, erhielten Telefunkenröhren von 150 kW Ausgangsleistung, die mit direkter Heizung und einer Anodenspannung von 12 000 V arbeiten. Im letzten Jahre ist von Telefunken eine noch größere Type entwickelt worden, und zwar mit 300 kW Ausgangsleistung. Die Kathode dieser Röhre besteht aus dem äußerst widerstandsfähigen Metall Niob und wird indirekt mit Wechselstrom geheizt (2000 A bei 16 V). Die Anodenspannung beträgt auch hier 12 000 V. Das Rohr ist bereits seit rd. ½ Jahr auf der Großstation Zeesen in Betrieb. Auch der Deutschlandsender wurde nach günstigem Ausfall eines längeren Probebetriebes mit Großleistungsröhren von 300 kW für die endgültige Verwendung dieser Röhren eingerichtet. Bei den neuen Großsendern wurden zwei weitere Schaltelemente betriebsmäßig mit großem Erfolge erprobt: Gittergesteuerte Hochspannungs-Gleichrichter in Eisengehäusen sowie Stabilisatoren an Stelle der früher verwendeten Batterien.

Neben der Vervollkommnung der Rundfunksender wurde dem Rundfunk b e t r i e b besondere Beachtung geschenkt. Um eine möglichst einwandfreie elektrische Überwachung der Darbietungen zu gewährleisten, wurde der Tonmesser entwickelt; für eine genauere Kontrolle der oberen Aussteuerungsgrenze soll ein Glimmlampen-Anzeigeinstrument eingeführt werden. Es wird ferner im ganzen versucht, den Rundfunkbetrieb unmittelbar aus dem Wechselstromnetz zu speisen.

Auch der K u r z w e l l e n r u n d f u n k ist im letzten Jahre erheblich verbessert worden, insbesondere durch Erhöhung der Frequenzkonstanz und durch Bau von neuen Antennenanlagen. Um die Wirksamkeit des deutschen Weltrundfunks zu erhöhen, wurde für den deutschen Weltrundfunksender in Zeesen eine Rundstrahlantenne mit vertikaler Bündelung errichtet. Ferner sind insbesondere zu dem Programmaustausch mit Nordamerika zwei Strahlwerferantennen mit Reflektor aufgestellt worden. Für die Energiezuleitung zu den verschiedenen Antennen dient das mehrfach erwähnte Hochfrequenzkabel.

Zur Ermittlung des Standortes unbekannter Kurzwellensender wurde ein Peilempfänger ausgearbeitet, der im Bereich der Bodenwelle eines Kurzwellensenders zuverlässige Peilungen ergibt. Das Gerät ist für einen Wellenbereich von 20 000 ··· 3000 kHz (15 ··· 100 m) auch innerhalb von Städten verwendbar.

Die Bekämpfung der Rundfunkempfangstörungen ist im Berichtsjahr tatkräftig weitergeführt worden. Um die Beurteilung von Rundfunkstörungen und Endstörungsmaßnahmen auf eine exakte meßtechnische Basis zu stellen, wurden zwei Störungsmeßverfahren entwickelt, bei denen das Störspektrum schrittweise selektiv abgetastet und entweder der Effektiv- oder Spitzenwert eines jeweils 9 kHz breiten Frequenzbandes gemessen wird.

Im Jahre 1932 eröffnete die Reichs-Rundfunkgesellschaft mit Unterstützung einer Anzahl Mitglieder des Ausschusses für Rundfunkstörungen eine Dauerausstellung für Störschutzmittel. Diese Veranstaltung sollte den an der Störbekämpfung interessierten Kreisen einen Einblick in den jeweiligen Stand der Entstörungstechnik ermöglichen. Aufgenommen wurden sowohl zusätzliche Störschutzmittel als auch solche elektrischen Geräte aller Art, die von vornherein störfrei gebaut sind oder nach Einfügung besonderer Teile praktisch störfrei auf den Markt kommen; ebenso wurden Mittel gezeigt, die empfangsseitig zur Milderung der Störungen angewendet werden können. Um sicher zu gehen, daß nur zweckentsprechende Störschutzmittel und Geräte Aufnahme fanden, wurden nur solche ausgewählt, die die Prüfstellen der RRG, des RPZ und der VdEW durchlaufen haben.

R u n d f u n k ü b e r t r a g u n g e n.

Im Jahre 1932 ist das Rundfunk-Leitungsnetz weiter ausgebaut worden. Z. Z. sind rd. 11 060 km musikpupinisierte Fernkabelleitungen mit Rundfunk-Leitungsverstärkern ausgerüstet und im Betrieb. Insbesondere ist im letzten Jahre auch eine Rundfunk-Kabelleitung über Gleiwitz und Myslowitz nach Warschau fertiggestellt worden. Abgesehen von Litauen und Luxemburg haben alle angrenzenden Länder auf dem Kabelwege Anschluß an das deutsche Rundfunk-Leitungsnetz erhalten.

Bei den wichtigsten Rundfunk-Verzweigungsämtern sind Meßgestelle mit selbsttätiger Pegelschreibeinrichtung usw. aufgestellt worden, mit denen man u. a. die Frequenzkurve jeder Leitung für den gesamten Übertragungsbereich in wenigen Minuten aufzeichnen kann. Die Messungen können damit erheblich schneller als bisher ausgeführt werden. Dieselben Verstärkerämter haben außerdem Überwachungsgestelle mit hochwertigem Lautsprecher sowie mit Höchstwertzeiger, Mindestwertzeiger und Geräuschspannungsmesser erhalten, mit denen die Übertragungen während des Betriebes akustisch auf Geräusche und Verzerrungen und optisch auf richtigen Lautstärkenbereich und auf Geräusch- und Fremdspannungen überwacht werden können.

Für solche Außenübertragungen, die nicht von einem festen Ort aus gemacht werden können, wurden Kurzwellensender und -empfänger entwickelt, die es gestatten, je nach der Leistung des Senders und den Bodenverhältnissen bis zu 5 km zu überbrücken.

Bei der Empfangstelle der Deutschen Reichspost in Zehlendorf wurde, um die Möglichkeit des Abhörens der deutschen Rundfunksender zu haben, eine Empfangsanlage eingerichtet, wobei der Empfang über Leitungen zum Funkhaus geleitet wird.

Außer den Übertragungen von und nach Nordamerika über kurze Wellen wurden auch solche Rundfunkverbindungen mit den südamerikanischen Staaten hergestellt.

5. W e l l e n a u s b r e i t u n g u n d S c h w u n d e r s c h e i n u n g e n.

Untersuchungen über die Wellenausbreitung sind im Berichtsjahr vor allem für Luftfahrzeuge unternommen worden. Von besonderem Interesse war die Beobachtung, daß sich mit zunehmender Flughöhe die Ausbreitungsdämpfung für die direkte Welle stark vermindert. Die hierdurch bewirkte Abhängigkeit der am Empfangsort gemessenen Feldstärke von der Höhe ist um so größer, je kürzer die Wellenlänge ist. Zu erklären ist diese Erscheinung dadurch, daß die Art der Ausbreitung der direkten Welle vom Typus der normalen Bodenwelle in geringer Höhe zum Typus der quasi-optischen Welle in großer Höhe übergeht.

Abnorme Ausbreitungsbedingungen herrschen auch in den Polarregionen. Ein langzeitiger Ausfall der Kurzwellenverbindung trat bekanntlich bei der Arktisfahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin“ sowie beim Fluge G r o n a u s über dem Inlandeis Grönlands auf mittellangen Wellen auf. Alle hiermit im Zusammenhang stehenden Erscheinungen, wie Nordlichter, Peilfehler, Ausfall der Funkverbindungen u. a. m., sollen im Laufe des gegenwärtigen Polarjahres durch internationale Zusammenarbeit eingehenden Untersuchungen unterworfen werden. Dank der Unterstützung seitens der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ist auch von deutscher Seite eine Expedition ausgerüstet worden, die ihre Beobachtungen in Tromsoe (Norwegen) bereits aufgenommen hat.

Die im Jahre 1931 ausgeführten Versuche mit Richtantennen zur Bekämpfung des Nahschwundes im Rundfunk sind im Jahre 1932 mit anderen Antennengebilden fortgesetzt worden. Die Richtantennenanordnung muß für die im Rundfunk erforderliche Strahlung nach allen Seiten eine sternförmige Anordnung erhalten, z. B. 6 Außenantennen und eine Mittelantenne.

Eine wesentliche Herabminderung des Nahschwundes ist auch mit einer in $\lambda/2$ schwingenden Antenne zu erzielen, bei der der Stromknoten in einer Höhe von $\lambda/12$ über dem Erdboden liegt. Die Höhe der Antenne beträgt $\lambda/2$ bis $\lambda/3$. Eine solche Antenne ist für den Großrund-

Digitized by Google

funksender Breslau verwendet worden. Auch im Verkehr auf kurzen Wellen gelang es, durch geeignete Antennenkombination eine weitgehende Verminderung des Schwundes zu erzielen. Hier bewährte sich vorzüglich die Zusammenschaltung von drei Rhombus-Antennen, auf deren Drähten Wanderwellen erzeugt werden. In der Luftfahrt scheiden derartige Antennenanlagen, die einen großen Raum beanspruchen, aus. Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt hat daher ein für die Luftfahrt brauchbares Verfahren entwickelt, welches die durch Drehung der Polarisation verursachten Schwunderscheinungen durch verschieden-polarisierte Antennen weitgehend ausgleicht. Die Anwendung der Ergebnisse dieser Arbeiten auf die Höhenmessungen der Ionosphäre brachte neue Erkenntnisse über die indirekte Wellenausbreitung.

Besonders störende Schwunderscheinungen treten beim Gleichwellenrundfunk in den Interferenzzonen auf, d. h. in jenen kritischen Gebieten, in denen zwei Sender annähernd gleiche Lautstärke haben. Im Berichtsjahr sind umfangreiche Messungen in der Interferenzzone der Sender Berlin und Magdeburg ausgeführt worden. Es zeigte sich, daß selbst bei kleinen Unregelmäßigkeiten in der Frequenz der beiden Sendestellen der Empfang in einer verhältnismäßig großen Zone zwischen den Sendern unbrauchbar wird.

6. Dezimeterwellen.

Für manche Gebiete des drahtlosen Nachrichtenwesens (feste Verbindungen im Bereich der optischen Sicht, tragbare Stationen, Navigation) erscheint die Verwendung von Dezimeterwellen erfolgversprechend. Im Hinblick hierauf wurde von Telefunken ein Spezialsenderohr Type RS 296 geschaffen, das in Bremsfeldschaltung nach Hollmann bei etwa 50 cm Wellenlänge 4—5 Watt Hochfrequenzenergie zu entnehmen gestattet. Diese Sendeenergie genügt, um bei Verwendung eines einfachen Empfängers bei allen unter optischer Sicht praktisch vorkommenden Entfernungen sicheren Empfang zu gewährleisten. Die Dezimeterwellenstrahlung kann dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechend in einer oder in beiden Koordinaten, nach Wunsch mehr oder weniger scharf, gebündelt werden. Die Frage der Ausbreitung der Dezimeterwellen harrt in mancher Beziehung noch der endgültigen Klärung; insbesondere scheint es, als ob ihr Aktionsradius nicht immer zugleich mit der optischen Sicht begrenzt ist.

V. Technische Akustik.

Besondere Erfolge sind im Berichtsjahr in der Lärmbekämpfung zu verzeichnen. Auf Anregung des vom Verein Deutscher Ingenieure ins Leben gerufenen Fachausschusses für Lärmminderung sind im Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung Geräte zur subjektiven und objektiven Messung der Geräuschbelästigung entwickelt und erprobt worden. Die Meßergebnisse werden in Einheiten der Lautstärke (Phon) angegeben. Auf Grund größerer Meßreihen, z. B. der Verkehrslärmmessungen in Berlin, trat klar zutage, daß überall dort, wo unbestreitbare Zuverlässigkeit zu verlangen ist, nur das objektive Geräuschmeßverfahren am Platze ist. Die hierfür notwendige Nachbildung der Ohreigenschaften konnte hinsichtlich der Frequenzabhängigkeit und Zeitkonstante mit ausreichender Annäherung verwirklicht werden; an der Untersuchung der Nichtlinearität des Ohres und deren Nachbildung wird weitergearbeitet.

Auf dem Gebiete der Raum- und Bauakustik ist eine weitgehende Klärung der für die Schallschluckung und Schalldämmung maßgebenden Vorgänge erzielt worden. Ferner ist die Entwicklung eines elektrochemischen Nachhallschreibers zu erwähnen.

Anstelle der im Rundbunk bisher ausschließlich verwendeten Kohlemikrophone wurden z. T. Kondensatormikrophone mit gutem Ergebnis in den Betrieb genommen. Auch Versuche mit elektrodynamischen Mikrophonen wurden fortgesetzt, ohne daß jedoch bisher eine endgültige Entscheidung getroffen werden konnte. Für besondere Zwecke wurde ein sehr kleines Kohlemikrophon, das unauffällig an der Kleidung getragen werden kann (Knopflochmikrophon) untersucht.

Die Schallplattenaufnahme wurde weiter vervollkommnet, so wurden insbesondere Verbesserungen an Schreibern und Tonabnehmern (elektrodynamische Tonabnehmer) durchgeführt. Um die Güte der Schallplatte noch weiter zu verbessern und das Nadelgeräusch zu verringern, werden die Schallplatten nicht mit horizontaler Frequenzkurve aufgenommen. Die hierdurch bedingten Verzerrungen werden durch Regelglieder ausgeglichen. Das Verfahren für unmerklichen Übergang von einer Schallplatte auf die andere bei längeren Darbietungen ist verbessert worden, so daß es nunmehr möglich ist, mit absoluter Sicherheit einen unmerklichen Übergang zu bewerkstelligen.

Die neben Schallplatte und Tonfilm bestehende dritte Schallkonservierungsart, die magnetische Schallaufzeichnung, ist eingehenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen unterzogen worden. Dabei konnten wesentliche, z. T. recht verwickelte magnetische Vorgänge soweit geklärt werden, daß die praktische Verwertung der magnetischen Schallaufzeichnung in einer dem gegenwärtigen Stand der Wiedergabetechnik entsprechenden Ausführung für die nächste Zukunft zu erwarten ist.

VI. Fernmeldewesen.

Über die Wirkungsweise der Relais wurden grundsätzliche Untersuchungen angestellt und durch Übertragung auf dem Gebiete der Übertrager, des Magnetismus, der Lautsprecher und ähnlicher mechanisch bewegter Systeme und der Kettenleiter gewonnenen Erkenntnisse auf das Gebiet der Relais eine bedeutende prinzipielle Klärung gewonnen. Ein großer Teil der Arbeiten am Relais diente der Verminderung der Koerzitivkraft, die sich als unmittelbares Maß für die Störanfälligkeit neutraler Relais herausstellte.

Für die Rohrpost wurde eine neue Art der Büchsensteuerung entwickelt, die sich im Betriebe bewährt hat. In dieser Anlage wird das Ziel der Büchse nicht an der Büchse selbst festgelegt, sondern durch eine (mit Wählern der SA-Technik) parallel zu den Röhren liegende Steuerung abschnittweise weitergegeben. Auf dem Gebiete der Band-Fördertechnik ist ein Paternosteraufzug mit selbsttätiger Beladung und Entladung erwähnenswert. Das Fördergut steuert selbst die Zielstation an.

Auf dem Raumschutzgebiet wurde eine optische Raumschutzeinrichtung entwickelt, die mit Hilfe von unsichtbaren Sperrstrahlen, die um die zu schützenden Gegenstände oder in Zickzacklinien durch den zu schützenden Raum gelegt werden, einen sicheren und zuverlässigen Raumschutz gewährleistet. Der Energieverbrauch der ganzen Anlage beträgt nur ca. 50 Watt.

VII. Sonstiges.

1. Normung.

Die Normungsarbeiten des Deutschen Normenausschusses und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sowie anderer Normungsverbände sind im Berichtsjahr tatkräftig fortgesetzt worden. Zahlreiche abgeschlossene DIN- und DIN-VDE-Normen wurden in den Betrieb eingeführt.

2. Werkstofforschung.

Es wurden Untersuchungen an Fernsprechkondensatoren vorgenommen, die statt mit Paraffin mit einer neuen Masse — einem Chlornaphtalinprodukt — getränkt sind. Dieses Wachs hat dem Paraffin gegenüber den Vorteil eines höheren Schmelzpunktes und besonders einer höheren Dielektrizitätskonstante, die es ermöglicht, Kondensatoren von gleichen elektrischen Eigenschaften mit kleineren Abmessungen herzustellen. Außerdem soll dieses Naphtalinwachs nicht in dem Maße Kristalle ausscheiden, wie es bei Paraffin im Laufe von Jahren beobachtet werden konnte und worauf in erster Linie sinkender Isolationswiderstand und verminderte Durchschlagspannungen zurückzuführen sein dürften.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 215 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Der erste Druck der neuen 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933, der am 1. März erschien, war bereits nach 14 Tagen vergriffen. Ein Nachdruck ist inzwischen angefertigt worden und ist versandbereit. Da dieser Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben. Die Preise sind nach wie vor:

Für Nichtmitglieder: 16,20 RM.
Für VDE-Mitglieder: 14,60 RM.

Digitized by Google

Umtausch-Angebot: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage 13,80 RM.
(Frühere Auflagen als diese können nicht eingetauscht werden.)

Bekanntmachung.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hatte in ETZ 1933, Heft 6, S. 140 u. ff. einen Entwurf 1 zu

VDE 0870
„Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K."

veröffentlicht.

Die gegen diese Veröffentlichung eingegangenen Einwände sind in dem Sonderausschuß „Kondensatoren" in ordnungsgemäßer Weise behandelt worden. Das Ergebnis dieser Beratungen ist in dem nachstehend veröffentlichten Schlußentwurf niedergelegt worden.

Dieser Schlußentwurf wird dem für das Jahr 1933 bevollmächtigten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Januar 1934 vorgelegt werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Schlußentwurf.

VDE 0870/1933.

Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Besondere Kondensatoren.
§ 3. Berührungsschutz-Kondensatoren.

III. Bestimmungen.
§ 4. Bemessung von Kondensatoren.
§ 5. Nennwerte.
§ 6. Aufbau.
§ 7. Prüfung der Isolierfestigkeit.
§ 8. Werte der Prüfspannungen.
§ 9. Ausführung der Spannungsprüfungen.
§ 10. Feuchtigkeitsprüfung bei Berührungsschutz-Kondensatoren.
§ 11. Messung der Stromaufnahme von Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom.
§ 12. Stichprüfung.
§ 13. In Maschinen oder Geräte fest eingebaute Kondensatoren.
§ 14. Aufschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Kondensatoren folgender Gebiete:

a) Fernmelde- und Rundfunkanlagen mit Ausnahme solcher Anlagen des öffentlichen Verkehres,
b) Entstörung des Rundfunkempfanges.

Diese Leitsätze gelten nicht für Elektrolytkondensatoren.

II. Besondere Kondensatoren.

§ 3.

Berührungsschutz-Kondensatoren.

Sollen Kondensatoren nach § 2 verhindern, daß bei der Berührung zugänglicher Teile gefährliche Ströme durch den menschlichen Körper fließen können, so heißen sie Berührungsschutz-Kondensatoren; dabei ist es gleichgültig, ob die Berührungsschutzwirkung Haupt- oder Nebenzweck ist.

III. Bestimmungen.

§ 4.

Bemessung von Kondensatoren.

Die Nennspannung eines Kondensators muß mindestens gleich der an ihm im Betriebe auftretenden Spannung sein. Die Nennspannung eines Berührungsschutz-Kondensators muß mindestens gleich der Spannung sein, die im Betriebe an ihm ungünstigsten Falles (bei Kurzschluß eines vorgeschalteten Gliedes, z. B. Drosseln, Kondensatoren, Widerstände) auftreten kann. Liegt diese Spannung unter 42 V, so ist ein Berührungsschutz entbehrlich. Bei Hintereinanderschaltung mehrerer Kondensatoren an einer Stelle, an der es auf Berührungsschutzwirkung ankommt, muß mindestens einer den Bedingungen für Berührungsschutz-Kondensatoren genügen.

Ein Berührungsschutz-Kondensator für Wechselstrom darf bei Nennspannung und Nennfrequenz keinen größeren Strom als 0,4 mA bei fabrikmäßigem Einbau und 0,8 mA bei nachträglichem Einbau durchlassen, soweit nicht in anderen VDE-Bestimmungen weitere Festlegungen getroffen sind.

§ 5.

Nennwerte.

Die Abweichungen vom Nennwert sollen bei Kapazitäten unter 0,1 µF nicht mehr als ± 20 %, bei Kapazitäten von 0,1 µF und darüber nicht mehr als ± 10 % betragen.

§ 6.

Aufbau.

Die Nennspannung soll vom Kondensator im Dauerbetrieb ausgehalten werden und zwar bei 50 °, sofern der Kondensator nicht für eine höhere Betriebstemperatur bestimmt ist.

Kondensatoren, die im Einzelhandel vertrieben werden, sollen mit einem mechanisch festen Gehäuse versehen sein.

§ 7.

Prüfung der Isolierfestigkeit.

Die Isolation der Kondensatoren soll folgenden Prüfungen verschiedener Dauer mit Spannungen verschiedener Höhe unterworfen werden:

I. 1 s-Prüfung.

a) zwischen Belag und Belag,
b) zwischen Belägen und Außenseite.

Diese Prüfung erfolgt bei allen Kondensatoren in trockenem und sauberem Zustande als Stückprüfung. Bei Kondensatoren mit Isoliergehäuse wird die Prüfung nach b) als Stichprüfung ausgeführt (siehe § 12).

Hat der Kondensator ein mit einem Belag dauernd verbundenes Metallgehäuse, so kommt die Prüfung unter b) in Fortfall. Ist kein Metallgehäuse vorhanden, so wird der Kondensator zur Prüfung unter b) mit Metallfolie fest umwickelt und die Prüfspannung zwischen den Belägen und der Metallfolie angelegt.

II. 1 min-Prüfung.

Die 1 min-Prüfung ist nur zwischen Belag und Belag auszuführen; sie erfolgt als Stichprüfung.

§ 8.

Werte der Prüfspannungen.

Die für die Prüfung anzuwendenden Spannungen richten sich nach der Nennspannung U des Kondensators (siehe „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V" [2]).

Die 1 s-Prüfung „Belag gegen Belag" erfolgt mit Gleichspannung, die 1 s-Prüfung „Beläge gegen Außenseite" mit der Spannungsart, für die der Kondensator bestimmt ist. Bei Kondensatoren, die für Gleichspannung bestimmt sind, ist U die Nenn-Gleichspannung. Bei Kondensatoren, die für Wechselspannung bestimmt sind, ist in Tafel I zur Ermittlung der Prüf-Gleichspannung für U der Betrag der effektiven Nenn-Wechselspannung einzusetzen.

Die 1 min-Prüfung wird mit der Spannungsart vorgenommen, für die der Kondensator bestimmt ist. Ergeben sich bei der Durchführung mit Wechselspannung Schwierigkeiten, die in der Prüfanlage begründet sind, so kann an Stelle der Wechselspannungs-Prüfung eine Gleichspannungs-Prüfung mit dem 1,5-fachen Betrage der Prüf-Wechselspannung treten. In diesem Falle kann jedoch an einzelnen Kondensatorelementen (z. B. Wickeleinheiten,

[1] Angenommen durch den bevollmächtigten Ausschuß 1933.

[2] siehe VDE 0176.

Digitized by Google

Schichteinheiten), die denen gleich sind, die zum Aufbau des fertigen Kondensators Verwendung gefunden haben, eine Stichprüfung mit der vorgeschriebenen Prüf-Wechselspannung verlangt werden.

Die Werte der Prüfspannungen sind in Tafel I zusammengestellt.

Kondensatoren ohne Metallgehäuse sind unmittelbar nach der Feuchtigkeitslagerung mit Metallfolie fest zu umwickeln. An Stelle der Prüfung zwischen Gehäuse und Belägen tritt die Prüfung zwischen Metallfolie und Belägen.

Die Feuchtigkeitsprüfung wird als Stichprüfung ausgeführt.

Tafel I.

Art der Prüfung	Prüfling	Art der Betriebsspannung	Belag gegen Belag: Höhe der Prüfspannung	Belag gegen Belag: Art der Prüfspannung	Beläge gegen Außenseite: Höhe der Prüfspannung	Beläge gegen Außenseite: Art der Prüfspannung	Dauer der Prüfung
1	2	3	4	5	6	7	8
1 s-Prüfung	Berührungsschutz-Kondensatoren	Gleichspannung	6 U mindestens 1,5 kV	Gleichspannung	6 U mindestens 2 kV	Gleichspannung	mindestens 1 s
		Wechselspannung	9 U mindestens 2,25 kV	Gleichspannung	6 U mindestens 2 kV	Wechselspannung	
	Sonstige Kondensatoren	Gleichspannung	3 U	Gleichspannung	4 U mindestens 1,5 kV	Gleichspannung	
		Wechselspannung	4,5 U	Gleichspannung	4 U mindestens 1,5 kV	Wechselspannung	
1 min-Prüfung	Berührungsschutz-Kondensatoren	Gleichspannung	3 U mindestens 1 kV	Gleichspannung	—		1 min
		Wechselspannung	3 U mindestens 1 kV	Wechselspannung			
	Sonstige Kondensatoren	Gleichspannung	2 U	Gleichspannung			
		Wechselspannung	2 U	Wechselspannung			

§ 9.

Ausführung der Spannungsprüfungen.

Die Prüfspannung soll elektrisch unmittelbar am Kondensator gemessen werden. Bei der Prüfung ist ein Kondensator von 1 µF den zu prüfenden Kondensatoren parallel zu schalten (siehe Abb. 1). Die Prüfdauer wird vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet.

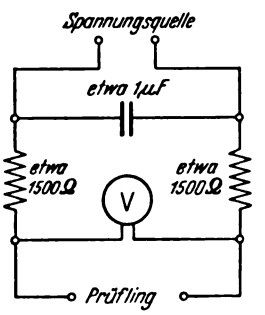


Abb. 1.

Bei der 1 s-Prüfung beträgt die Prüfdauer mindestens 1 s. Die Prüfung ist bei Temperaturen zwischen 10 und 35 ° vorzunehmen.

Bei der 1 min-Prüfung beträgt die Prüfdauer 1 min. Die Prüfung erfolgt bei einer Temperatur von 50 °, nachdem der Kondensator genügend lange Zeit in einem Raum von dieser Temperatur gewesen ist. Bei Kondensatoren, auf denen eine höhere Temperatur angegeben ist, wird die Prüfung bei dieser höheren Temperatur vorgenommen.

Die Prüfungen gelten als bestanden, wenn weder Durchschlag noch Überschlag eintritt und keine Veränderungen am Kondensator bemerkbar sind.

§ 10.

Feuchtigkeitsprüfung bei Berührungsschutz-Kondensatoren.

Berührungsschutz-Kondensatoren werden außer der Prüfung auf Isolierfestigkeit noch einer Feuchtigkeitsprüfung unterzogen. Die Kondensatoren sollen nach 24-stündiger Lagerung in einem Raum mit einer Temperatur von etwa 20 ° und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % auf ihren Isolationswiderstand geprüft werden. Der Isolationswiderstand wird bei 110 V Gleichspannung sowohl zwischen Belag und Belag als auch zwischen dem Gehäuse und den miteinander verbundenen Belägen 1 min nach Anlegen der Spannung gemessen. Das Produkt aus dem Isolationswert in Megohm und dem Kapazitätswert in Mikrofarad soll mindestens 10 betragen, jedoch braucht der Isolationswiderstand in keinem Falle größer als 100 MΩ zu sein.

§ 11.

Messung der Stromaufnahme von Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom.

Bei Berührungsschutz-Kondensatoren für Wechselstrom ist die Stromaufnahme bei Nennspannung und 50 Per/s zu bestimmen (siehe § 4). Diese Prüfung ist als Stichprüfung auszuführen.

§ 12.

Stichprüfung.

Die Stichprüfungen sind an 0,4 % der Liefermenge, mindestens aber an fünf Stück gleicher Art durchzuführen.

Treten Ausfälle auf, so ist die Prüfung mit weiteren fünf Stück — nötigenfalls 2-mal — zu wiederholen. Sind bei der zuletzt wiederholten Prüfung noch immer Ausfälle vorhanden, so ist die Liefermenge, aus der diese Stücke zur Stichprüfung entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

§ 13.

In Maschinen oder Geräte fest eingebaute Kondensatoren.

Ist ein Kondensator unlösbar mit einer Maschine oder einem Gerät verbunden, so gelten außerdem die an die Maschine oder das Gerät gestellten Prüfbedingungen.

§ 14.

Aufschriften.

Auf jedem Kondensator soll angegeben sein:

Kapazität (in µF, nF oder pF),
Stromart,
Nennspannung,
Hersteller oder Ursprungszeichen,
Schaltungsbild (soweit Platz vorhanden ist).

Berührungsschutz-Kondensatoren sollen außerdem mit dem Zeichen (*b*) versehen sein.

Bei Kondensatoren mit mehreren Abgriffen sind die Zuleitungen zu den Teilkondensatoren, die den Bedingungen für Berührungsschutz-Kondensatoren genügen, besonders zu kennzeichnen.

Bei Kondensatoren für Temperaturen über 50 ° soll die höchstzulässige Betriebstemperatur auf dem Kondensator angegeben sein.

Digitized by Google

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hatte im November 1932 gegen den Inhaber bzw. Geschäftsführer der Firma A. Winkel, Lüdenscheid, Strafantrag wegen unberechtigter Benutzung des VDE-Zeichens gestellt.

Lt. Mitteilung des zuständigen Amtsgerichts hat das Schöffengericht II in Hagen am 21. II. 1933 für Recht erkannt:

Der Angeklagte wird wegen Vergehens gegen das Warenzeichengesetz in Tateinheit mit unlauterem Wettbewerb zu einer Geldstrafe, ersatzweise für je 5 RM zu einem Tage Gefängnis, und in die Kosten des Verfahrens verurteilt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Hindenburg. 26. V. 1933, nachm. 5 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte: Vortragsabend „Aus der Praxis für die Praxis". a) R. Dehrmann, Gleiwitz, „Die automatische Wasserhaltung auf der Preußengrube". b) R. Kuhlo, „Automatische Weichenstellung unter Tage". c) E. Scholtes, „Kondensatoren im Bergwerksbetrieb". Anschließend Diskussion.

Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V., Frankfurt a. M. 25. bis 27. V. 1933: Verbandstag in Dresden. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Frankfurt a. M., Scheffelstr. 1.

Deutsche Kautschuk-Gesellschaft, Berlin-Steglitz. 1. bis 3. VI. 1933: 6. Hauptversammlung in Köln, verbunden mit der Ausstellung „Kautschuk". Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin-Steglitz, Düppelstr. 37.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

C. Zipernowsky. — Carl Zipernowsky, Professor i. R. der technischen Hochschule in Budapest, seit 1905 Präsident des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins, wurde am 4. IV. 80 Jahre alt. Er absolvierte seine Hochschulstudien in Budapest und trat 1878 bei Ganz & Co. ein. Hier wurde er Leiter der Elektrotechnischen Abteilung. Mit diesem Zeitpunkte setzte die praktische Entwicklung der ungarischen Elektrotechnik ein. In der großen Fülle von Erfindungen, die mit Zipernowskys Namen verbunden sind, ist die Erfindung des praktisch brauchbaren Transformators und der Parallelschaltung 1885 (Zipernowsky, Déri, Bláthy) von besonderer Bedeutung.

Als 1903 der Lehrstuhl für Elektrotechnik an der Budapester T-H errichtet und Zipernowsky auf denselben berufen wurde, hat er die Stätte seiner 15jährigen Arbeit bei Ganz & Co. verlassen. Nach 31jähriger Lehrtätigkeit zog sich Zipernowsky im Jahre 1924 — hauptsächlich aus Gesundheitsrücksichten — in den Ruhestand zurück.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Hebelumschalter für die Gruppenladung der Sammlerbatterien.

In ETZ 1932, S. 1015, finden sich Bemerkungen über Schalteranordnungen, die von Herrn Prof. Ing. R. Edler für die sog. Micka-Schaltung angegeben wurden. Nach der ersten Lösung sind zwei dreipolige Hebelumschalter erforderlich, während die zweite Lösung einen dreipoligen und einen einpoligen Hebelumschalter verlangt. Von befreundeter Seite werden wir darauf aufmerksam gemacht, daß sich die Anordnung noch weiter vereinfachen läßt, wenn die Schaltung gemäß Abb. 1 ausgeführt wird; es ist dann nur ein doppelpoliger und ein einpoliger Umschalter nötig. Allerdings muß hierbei eine schädliche Fehlstellung vermieden werden, nämlich die Schalterstellung: U_1 nach unten, U_2 nach oben. Bei dieser Stellung würden 2 Batteriegruppen (B_1 und B_2) parallel über den hierfür unzureichenden Ladewiderstand auf die Sammelschienen geschaltet sein. Durch einen einfachen Kunstgriff läßt sich jedoch diese Fehlstellung unmöglich machen. Es ist nur nötig, den Umschalter U_2 derart unter U_1 anzubringen, daß U_2 nicht nach oben eingeschaltet werden kann, wenn sich U_1 in der unteren Stellung befindet, bzw. U_1 nicht nach unten, wenn U_2 oben steht.

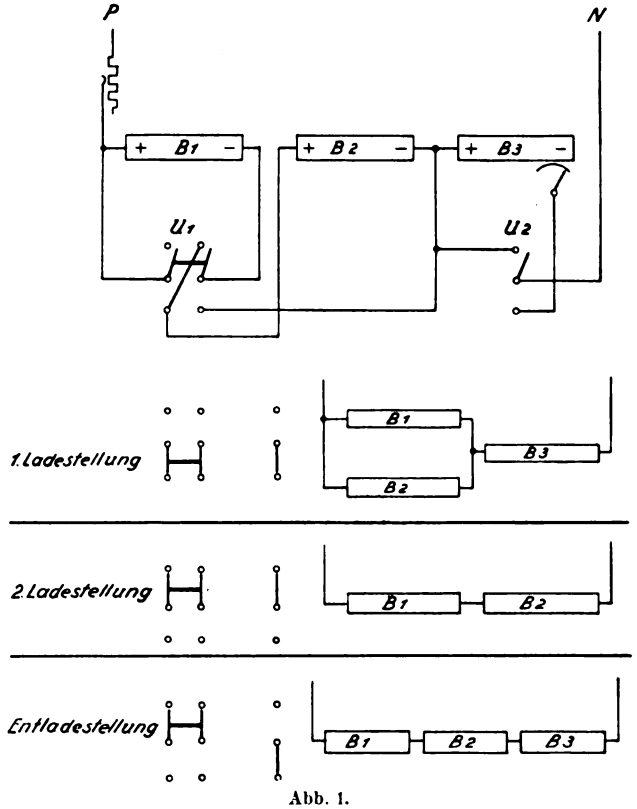


Abb. 1.

Hierzu erhalten wir vom Verfasser jener Arbeit folgende

Erwiderung.

Die Schaltungsanordnung mit einem zweipoligen Umschalter U_1 und mit einem einpoligen Umschalter U_2 hat — wie schon in der Zuschrift erwähnt ist — den Nachteil, daß eine Fehlstellung möglich ist, die zu einer Fehlschaltung führt; die Behebung dieser Möglichkeit durch eine Übereinanderstellung der beiden Umschalter, welche die gefährliche Stellung mechanisch unmöglich macht, entspricht einer mechanischen Sperrung der unzulässigen Stromwege. In den beiden von mir angegebenen Lösungen sind die unzulässigen Stromwege durch geeignete Unterbrechungstellen unmöglich gemacht; es handelt sich also dabei um eine elektrische Sperrung der unzulässigen Stromwege. Nach meiner Ansicht ist sie vorzuziehen, da sie die Anordnung der Schalthebel auf der Schalttafel freizügig macht; die Hebelanordnung untereinander mit gegenseitiger mechanischer Sperrung wird sich auch nicht bei jeder Schalterbauart und nicht in jeder bestehenden Anlage nachträglich durchführen lassen.

Im übrigen sind mechanische Schalterverriegelungen, die unzulässige Stromwege sperren, schon mehrfach vorgeschlagen worden, ohne daß sie eine nennenswerte Verbreitung fanden. Ich habe in meinem Buche „Schaltlehre"[1] auf derartige mechanische Sperrungen unzulässiger Stromwege an mehreren Stellen hingewiesen (S. 67, Abb. 59; S. 184, Abb. 167; S. 185, Abb. 168 u. 169). In dem Buche sind zahlreiche Lösungsmöglichkeiten der Micka-Schaltung besprochen; dabei sind auch die Hebelstellungen (Betriebsbedingungen) erwähnt, die in der Zu-

[1] Wege zum Schaltplan, 2. Aufl. Verlag Jänecke, Leipzig (1927); ETZ 1928, S. 414.

Digitized by Google

schrift der AFA angegeben wurden (S. 216); stets aber wurden die bedenklichen Stromwege elektrisch gesperrt.

Die von mir angegebenen Schaltbilder haben aber nebst sinnfälliger Reihenfolge der Hebelumstellungen auch noch den Vorteil, daß der Ladewiderstand in der Entladestellung ganz aus dem Stromkreise herausgenommen ist. In der Schaltungsanordnung der AFA bleibt der Ladewiderstand stets eingeschaltet; man muß also bei der Entladung die Kurbel auf den Kurzschlußkontakt einstellen, was vergessen werden kann, wobei dann ein Teil der Energie verheizt wird.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß der Zweck der Veröffentlichung meiner Studie in der Original-Literaturstelle ausdrücklich dahingehend gekennzeichnet wurde, daß sich der Schaltplan streng logisch aus den Betriebsbedingungen (Hebelstellungen) und aus den Schaltbedingungen ableiten läßt. Wenn man diese Bedingungen zum Teil vernachlässigt, dann wird der Schaltplan einfacher, aber man muß dann auch Nachteile in Kauf nehmen.

Wien, 5. XII. 1932. Prof. Ing. R. Edler.

LITERATUR.

Besprechungen.

Lehrgang für Elektro-Installateure. Herausg. v. Deutschen Ausschuß f. techn. Schulwesen E. V. 3. Aufl., Teil 1 mit 68 S.; Teil 2 mit 60 S.; Teil 3 mit 57 S. in 8°. Zu bez. dch. den Herausg., Berlin 1932 u. 1933. Preis kart. je Band 2,50 RM.

Der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch, Lehrmitteldienst G. m. b. H., Berlin W 35, Potsdamer Straße 119b), hat einen Lehrgang für Elektro-Installateure in 3 Teilen herausgegeben, der von zahlreichen Fachleuten, von maßgebenden Körperschaften und mit Unterstützung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit bearbeitet ist. Erfreulicherweise kommt im 1. Teil zum Ausdruck, daß die Grundlage für einen Elektro-Installateur unbedingt die Ausbildung in der Werkstätte des Maschinenschlossers sein muß, wenn der Elektro-Installateur allen Anforderungen des vielseitigen Berufes gerecht werden soll. Der Lehrgang in der Werkstätte, die Gestaltung der Werkzeuge und deren Benutzung sind im 1. Teil in ausgezeichnetem Bildwerk dargestellt. Der 2. Teil behandelt die Vielfältigkeit der Installateurwerkzeuge und das Installationsmaterial für alle Verlegungsarten. Der 3. Teil führt in die Verlegung von Kabeln und Freileitungen ein. Am Schlusse werden die Schutzmaßnahmen, die gebräuchlichsten Meß- und Prüfgeräte in leichtfaßlicher Weise, in Text und Bild behandelt. Zusammenfassend ist zu sagen, daß jedem Lehrling und jedem Monteur ein Werkchen mit zahlreichen praktischen Beschreibungen und Abbildungen an die Hand gegeben wird, das geeignet ist, das Interesse zu wecken, das Wissen zu vertiefen und Freude zum Beruf des Elektro-Installateurs auszulösen. Für den Lehrlingsmeister ein gutes Nachschlagebuch.

A. Höchtl.

Offingers Technologisches Taschenwörterbuch in fünf Sprachen. 1. Abtlg., 1. Bd.: Deutsch-Englisch-Spanisch. 10. veränd. u. verb. Aufl. Bearb. v. Ing. H. Krenkel. Mit VIII u. 322 S. in kl. 8°. Verlag C. E. Poeschel, Stuttgart, 1931. Preis geb. 6,50 RM.

Auf 322 Seiten ein Wörterbuch über die Technologie von nahezu 60 Fachgebieten zu schreiben, ist gewiß keine leichte Aufgabe, und es ist begreiflich, daß sich dabei Lücken herausstellen müssen. Auf elektrotechnischem Gebiete fehlen z. B. Wörter wie: Fahrdraht, Überspannungsicherung, Kurzschlußanker, Spartransformator, Hartpapier usw. Unter „Bandage" findet man nur die Radbandage. Als Stromabnehmer scheint dem Verfasser der wichtige Konstruktionsteil der elektrischen Lokomotive nicht gegenwärtig gewesen zu sein, sonst hätte er als Übersetzung wohl auch „current-collector" angeführt. Was die Verdeutschung von „touch" in „Strich" bedeuten soll, ist unverständlich. Bei der Übertragung eines Aufsatzes mit allgemein technischem Inhalt ins Englische oder Spanische oder als Hilfsmittel auf der Reise und für die Korrespondenz nach dem Auslande mag das Buch von einigem Nutzen sein. Den Fachmann aber, z. B. den Elektrotechniker, der es ständig zur Übersetzung wenig geläufiger Fachausdrücke gebrauchen will, wird es vielleicht im Stich lassen. Daran dürfte auch eine Neuauflage nichts ändern, sofern der Vorteil des geringen Umfanges erhalten werden soll.

W. Kraska.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutscher Elektro-Außenhandel 1. Quartal 1933[1]. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug im 1. Quartal 1933 61,8 Mill RM, das bedeutet 40 % weniger als im 1. Quartal 1932 und 30 % weniger als im Vierteljahresdurchschnitt 1932. Hauptträger des Rückganges waren die Gruppen „Ma-

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 167.

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr: Viertelj.-Durchschn. 1932 1000 RM	Ausfuhr: 1. Vierteljahr 1932 1000 RM	Ausfuhr: 1. Vierteljahr 1933 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr: Viertelj.-Durchschn. 1932 %	Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr: 1. Vierteljahr 1932 %	Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr: 1. Vierteljahr 1933 %	Einfuhr: Viertelj.-Durchschn. 1932 1000 RM	Einfuhr: 1. Vierteljahr 1932 1000 RM	Einfuhr: 1. Vierteljahr 1933 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr: Viertelj.-Durchschn. 1932 %	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr: 1. Vierteljahr 1932 %	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr: 1. Vierteljahr 1933 %
907 a	Lichtmaschinen, Lichtzündmaschinen usw.	1 507	986	996	1,7	0,9	1,6	24	27	26	0,4	0,4	0,5
b—g	Elektr. Maschinen	14 905	18 091	6 463	16,9	17,7	10,4	794	897	552	12,4	12,9	10,2
h	Anker, Kollektoren[1]	1 508	1 643	677	1,7	1,6	1,1	43	61	19	0,7	0,9	0,3
	zusammen Maschinen	*17 920*	*20 720*	*8 136*	*20,3*	*20,2*	*13,1*	*861*	*985*	*597*	*13,5*	*14,2*	*11,0*
908 a, b	Akkumulatoren	1 846	1 646	825	2,1	1,6	1,3	31	38	45	0,5	0,5	0,8
909	Kabel	3 312	4 042	2 625	3,7	3,9	4,3	91	60	73	1,4	0,9	1,3
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	2 600	3 212	2 477	2,9	3,2	4,0	140	183	152	2,2	2,6	2,8
	zusammen Kabel u. Draht	*5 912*	*7 254*	*5 102*	*6,6*	*7,1*	*8,3*	*231*	*243*	*225*	*3,6*	*3,5*	*4,1*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	388	504	355	0,4	0,5	0,6	56	54	60	0,8	0,8	1,1
911 a, b	Glühlampen	2 911	2 699	2 715	3,3	2,6	4,4	959	1 072	939	15,1	15,5	17,4
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	5 245	6 262	3 795	5,9	6,1	6,2	276	254	220	4,4	3,7	4,1
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	11 073	10 499	8 196	12,5	10,3	13,3	1 649	1 498	1 630	26,0	21,6	30,1
A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen	6 508	8 303	6 165	7,4	8,1	10,0	291	330	258	4,6	4,7	4,8
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	2 090	2 249	1 682	2,3	2,2	2,7	159	156	128	2,5	2,2	2,4
D	Röntgenröhren	798	872	761	0,9	0,9	1,2	102	79	79	1,6	1,1	1,5
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör f. Motorfahrzeuge	3 509	3 056	2 701	3,9	3,0	4,4	256	373	149	4,0	5,4	2,7
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	1 517	2 198	1 140	1,7	2,2	1,9	33	34	38	0,5	0,5	0,7
F 2	Schaltapparate, nicht bes. ben. Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	19 587	25 059	12 771	22,2	24,4	20,6	931	1 213	717	14,7	17,5	13,2
F 3	Elektromedizin	2 475	3 262	2 228	2,8	3,2	3,6	270	311	144	4,2	4,5	2,7
F 4	Galvanische Elemente	971	1 226	594	1,1	1,2	0,9	5	4	4	0,1	0,0	0,1
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[2]	.	.	.	.	.	.	2	5	2	0,0	0,1	0,0
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	80	58	69	0,1	0,1	0,1	0	—	—	0,0	—	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier od. Pappe i. Verb. m. unedl. Metall (Bergmannrohr)[3]	326	396	238	0,4	0,4	0,4	.	.	.	.	.	.
aus 795, 799	And. Isolierrohr (Stahl-, Peschel-Schlitzrohr)[3]	510	[4] 510	497	0,6	0,5	0,8	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik[4]	2 875	2 971	2 520	3,3	2,9	4,1	101	108	97	1,6	1,6	1,8
733 a	Porzellanisolatoren	590	679	422	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	1 182	1 565	867	1,3	1,5	1,4	134	165	80	2,1	2,4	1,5
915 b 4	Elektrokarren[5]	134	260	22	0,2	0,3	0,0	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907 a bis 911 b aus schmiedbarem und nicht schmiedbarem Guß[2]	.	.	.	.	.	.	13	13	1	0,2	0,2	0,0
	Unvollständig angemeldet	5	5	5	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—
	insgesamt	88 452	102 253	61 806	100	100	100	6 360	6 935	5 413	100	100	100

[1] Ausfuhr: auch andere Teile. — [2] nur für die Einfuhr. — [3] nur für die Ausfuhr. — [4] Vierteljahresdurchschnitt. — [5] Einfuhr: 648 a—d.

Digitized by Google

schinen" und „Schaltapparate und nicht besonders benannte Vorrichtungen" mit Einbußen von mehr als 50 %, die zum wesentlichen Teil durch eine starke Abnahme der Lieferungen nach Rußland entstanden sind.

Pos.	Gegenstand	proz. Ant. a. d. Gesamt-Elektroausfuhr		
		Viertelj.-durchschn. 1932	1. Quartal 1932	1. Quartal 1933
907 a—h	Elektr. Maschinen	20,3	20,2	13,1
912 A 1, 2	Tel. u. Tel. mit Draht	5,9	6,1	6,2
912 A 3	Tel. u. Tel. ohne Draht	12,5	10,3	13,3
912 A 4	Meß- u. Zählvorrichtungen	7,4	8,1	10,0
912 F 2	Schaltapparate, Installationsmaterial u. and. n. b. b. Vorrichtungen	22,2	24,4	20,6
890a, 909	Kabel u. isol. Drähte	6,6	7,1	8,3
911 a, b	Glühlampen	3,3	2,6	4,4
	erfaßt	78,2	78,8	75,9

Führend in der Ausfuhr sind nach wie vor die gleichen Gruppen, wenn auch ihr Verhältnis untereinander sich gemäß der verschiedenen Entwicklung im 1. Vierteljahr 1933 gegenüber 1932 verändert hat (s. Zahlentafel 1). So stieg der Anteil an der Gesamtausfuhr bei Glühlampen infolge einer wenn auch geringen wertmäßigen Zunahme gegenüber dem 1. Vierteljahr 1932 von 2,6 auf 4,4 %. Ebenso haben die Gruppen, bei denen der Rückgang weniger als 40 % beträgt, wie z. B. Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht, Meß- und Zählvorrichtungen, Kabel und isolierte Drähte, ihren Anteil gesteigert, während Maschinen und Schaltapparate und nicht besonders benannte Vorrichtungen von fast 45 auf 33,7 % zurückgegangen sind.

Eine Betrachtung der Ausfuhr nach Ländern (s. Zahlentafel 2) zeigt im 1. Vierteljahr 1933 zum erstenmal seit einer Reihe von Jahren einen Rückgang des europäischen Anteiles. Die Ausfuhr nach Europa ist also noch stärker als die Gesamtausfuhr eingeschränkt worden. Ausschlaggebend ist der schon eingangs erwähnte Rückgang der Ausfuhr nach der U.d.S.S.R., deren Anteil am Gesamt von 24,8 auf 11,3 % zurückgegangen ist. Wertmäßig ist die Ausfuhr nach der U.d.S.S.R. gegenüber dem 1. Vierteljahr 1932 um 18,4 Mill RM gefallen, so daß der Gesamtrückgang von 40,4 Mill RM zu über 40 % auf dieses Land entfällt.

Die Ausfuhr nach Übersee ist gegen den gleichen Zeitraum 1932 um etwa 10 % zurückgegangen, gegen den Vierteljahresdurchschnitt 1932 ist eine geringe Steigerung eingetreten. Größte Abnehmer in Übersee waren Argentinien, Japan, Britisch-Indien, China, Niederländisch-Indien mit 10,1 % gegen 7,8 % im 1. Vierteljahr 1932 und 6,9 % im Vierteljahresdurchschnitt 1932.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr nach Ländern. Anteil an der gesamten Elektroausfuhr.

Absatzländer	Viertelj.-Durchschnitt 1932	1. Vierteljahr		Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr: Viertelj.-Durchschnitt 1932	1. Viertelj.	
		1932	1933		1932	1933
	in 1000 RM			%	%	%
Europa	76 781	88 632	49 783	86,8	86,6	80,6
Afrika	1 507	1 715	1 321	1,7	1,7	2,1
Asien	5 085	6 035	5 086	5,8	5,9	8,2
Nord- u. Mittelamerika	1 151	1 409	1 439	1,3	1,4	2,3
Südamerika	3 611	4 151	3 955	4,1	4,1	6,4
Australien	317	311	216	0,3	0,3	0,4
nicht ermittelt	0	—	6	0,0	—	0,0
Insgesamt	88 452	102 253	61 806	100	100	100
wichtige Länder in Europa[1]						
Niederlande	9 140	8 984	7 229	10,4	8,8	11,7
U.d.S.S.R.	18 959	25 387	6 985	21,5	24,8	11,3
Frankreich	7 803	8 014	4 781	8,9	7,8	7,7
Schweiz	5 328	6 054	3 846	6,1	5,9	6,2
Schweden	4 470	3 754	3 615	5,1	3,7	5,9
Italien	4 593	5 577	3 386	5,2	5,5	5,5
Belgien—Luxemburg	4 175	4 178	3 168	4,7	4,1	5,1
Großbritannien	3 633	5 402	2 787	4,1	5,3	4,5
Spanien	1 776	1 883	1 975	2,0	1,8	3,2
Tschechoslowakei	2 622	3 653	1 479	2,9	3,6	2,4
Norwegen	1 948	1 959	1 334	2,2	1,9	2,2
Dänemark, Isl.	1 694	1 980	1 333	1,9	1,9	2,2
Österreich	1 801	2 376	1 250	2,0	2,3	2,0
Saargebiet	1 276	1 307	1 027	1,5	1,3	1,7
Polen, Danzig	1 177	1 574	1 013	1,2	1,5	1,6
Rumänien	909	965	818	1,0	0,9	1,3
Finnland	1 279	1 183	789	1,5	1,2	1,3
Jugoslawien	607	706	489	0,7	0,7	0,8
Portugal	446	490	489	0,5	0,5	0,8
Griechenland	971	1 081	480	1,1	1,1	0,8
Irischer Freistaat	484	423	287	0,5	0,4	0,5
Lettland	296	254	269	0,3	0,2	0,4
Ungarn	428	507	267	0,5	0,5	0,4
Litauen	382	448	258	0,4	0,4	0,4
Estland	185	133	199	0,2	0,1	0,3
Bulgarien	349	307	181	0,4	0,3	0,3
sonstige	50	53	54	0,0	0,1	0,1
Zus. Europa.	76 781	88 632	49 783	86,8	86,6	80,6
wichtige Länder in Übersee[1]						
Argentinien	2 160	3 086	2 429	2,4	3,0	3,9
Japan	916	1 116	1 377	1,1	1,1	2,2
Britisch-Indien	1 052	1 209	900	1,2	1,2	1,5
China	1 121	1 635	880	1,3	1,6	1,4
Niederl.-Indien	837	866	694	0,9	0,9	1,1
V. S. Amerika	603	761	592	0,7	0,7	0,9
Türkei	596	777	548	0,7	0,8	0,9
Uruguay	521	193	519	0,6	0,2	0,9
Brasilien	390	338	501	0,5	0,3	0,8
Ägypten	554	539	489	0,6	0,5	0,8
Britisch-Südafrika	530	616	433	0,6	0,6	0,7
Mexiko	257	248	347	0,3	0,2	0,6
Palästina	121	98	204	0,1	0,1	0,3
Austral. Bund	292	286	197	0,3	0,3	0,3
Persien	93	98	169	0,1	0,1	0,3
Chile	139	188	153	0,2	0,2	0,2
Franz. Marokko	162	223	144	0,2	0,2	0,2
Kolumbien	123	125	128	0,1	0,1	0,2
Kanada	74	54	99	0,1	0,1	0,2
Venezuela	152	73	91	0,2	0,1	0,2
Kuba	66	118	88	0,1	0,1	0,1
Philippinen	79	84	76	0,1	0,1	0,1
sonstige	833	890	965	0,8	0,9	1,6
Zus. Übersee	11 671	13 621	12 023	13,2	13,4	19,4

[1] Geordnet nach der Größe der Ausfuhr im 1. Quartal 1933.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr aus einzelnen Ländern.

Herkunftsländer[1]	Viertelj.-Durchschnitt 1932	1. Vierteljahr		Ant. a. d. Ges.-El.-Einf.: Viertelj.-Durchschn. 1932	1. Vierteljahr	
		1932	1933		1932	1933
	in 1000 RM			%	%	%
Niederlande	1386	1269	1371	21,8	18,3	25,4
Schweiz	631	792	550	9,9	11,4	10,2
Ungarn	656	703	524	10,3	10,2	9,7
Österreich	565	543	483	8,9	7,8	8,9
Tschechoslowakei	459	724	454	7,2	10,4	8,4
V. S. Amerika	669	756	390	10,5	10,9	7,2
Großbritannien	306	330	238	4,8	4,8	4,4
Frankreich	295	379	225	4,6	5,5	4,1
Belgien—Luxemburg	217	222	196	3,4	3,1	3,6
Saargebiet	297	179	176	4,7	2,6	3,2
Italien	151	167	139	2,4	2,4	2,6
Schweden	200	306	126	3,1	4,4	2,3
Dänemark	140	124	126	2,2	1,8	2,3
sonstige	388	441	415	6,2	6,4	7,7
Insgesamt	6300	6935	5413	100	100	100

[1] Geordnet nach der Größe der Einfuhr im 1. Quartal 1933.

Die deutsche Elektroeinfuhr betrug 5,4 Mill RM (s. Zahlentafel 1 und 3). Hauptgruppen waren drahtlose Telegraphie und Telephonie, Glühlampen, Schaltapparate und nicht besonders benannte Vorrichtungen, Maschinen. An erster Stelle unter den Lieferländern standen die Niederlande, es folgten Schweiz, Ungarn, Österreich, Tschechoslowakei, V. S. Amerika, Großbritannien, die zusammen ¾ der deutschen Elektroeinfuhr lieferten. *J.*

Finnlands Elektroeinfuhr 1932. — Die finnische Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse ist 1932 gegenüber dem Vorjahre stark zurückgegangen. Nach amtlichen Angaben sank die Einfuhr elektrischer Maschinen von 1438 auf 837 t, die Einfuhr isolierter Drähte und Kabel in etwa gleichem Ausmaß von 1457 auf 881 t. Die Einfuhr von Akkumulatoren und Batterien hat sich dagegen nur wenig verändert: Sie verminderte sich nur von 333 auf 329 t. Die Glühlampeneinfuhr zeigt eine Erhöhung von 71 auf 79 t. (Electr. Rev. Bd. 112, S. 643.) *A. Fr.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Fein-Draht G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb blanker und isolierter Drähte für die Elektro- und die Radioindustrie mit feinem, d. h. dünnem Durchmesser; Mirakel Elektroapparate G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Fabrikation und Vertrieb von elektrischen Apparaten der kosmetischen Branche und der Haarpflege; Studien- und Finanzierungsgesellschaft m. b. H. für Gas- und Elektrizitätsverbrauch, Gladbach-Rheydt, Stadtteil Rheydt (20 000 RM): Vornahme von Studien und Versuchsarbeiten für den Gas- und Elektrizitätsverbrauch, Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Apparaten und Maschinen aller Art, soweit sie dem Gas- und Elektrizitätsverbrauch dienen.

Abschluß des Heftes: 12. Mai 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrokarren für Elektrizitätswerke und andere Kommunalbetriebe.

Mitteilung der AEG.

Die Steigerung des Stromabsatzes, insbesondere während der Zeit schwacher Werkbelastung, wird durch nächtliche Aufladung von Akkumulatorenbatterien in einer elektrowirtschaftlich sehr willkommenen Form erreicht. Aus diesem Grunde verdienen elektrische Speicherfahrzeuge besondere Beachtung. Unter ihnen haben die Elektrokarren wegen ihrer vielseitigen Anwendbarkeit eine hervorragende Bedeutung. Um durch das praktische Vorbild zu werben, aber auch um sich

Abb. 1. AEG-Elektro-Führersitzkarren mit aufgebautem, schwenkbarem Jochkran im Betriebe eines Fernheizwerkes.

die mannigfaltigen wirtschaftlichen Vorteile des Elektrokarrenbetriebes im eigenen Werk zunutze zu machen, haben bereits zahlreiche Elektrizitätswerke diese Fahrzeuge in Gebrauch genommen.

Am besten hat sich für Elektrizitätswerke der Elektrokarren mit Führersitz für 2000 kg Tragkraft und einer Geschwindigkeit bis zu 24 km/h bewährt. Seine Aufbauten können so gestaltet werden, daß das Fahrzeug für Montage- und Störungstrupps,

Abb. 2. AEG-Elektro-Führersitzkarren mit aufgebauter Mulde für die Verwendung im Straßenreinigungsdienst.

mit Leiteraufbau für Beleuchtungsrevision u. a. m. Verwendung finden kann.

Auch andere Kommunalbetriebe bedienen sich mit Vorteil der Elektrokarren. Bei Fernheizwerken müssen die innerhalb der Straßen verlegten Heizkanäle von Feuchtigkeit freigehalten werden, und es ist daher vielfach erforderlich, diese Kanäle auszupumpen. Da die Kanäle aus wärmetechnischen und anderen Gründen meist sehr tief liegen, muß ein Pumpenaggregat in den Einsteigeschacht herabgelassen werden. Für die Beförderung der Pumpe einschließlich Schlauchmaterial eignet sich sehr gut der in Abb. 1 gezeigte Elektro-Führersitzkarren mit Jochkranaufbau. Auf dem zwischen den beiden senkrechten hinteren Stützen schwenkbaren Ausleger läuft eine Laufkatze mit Hubwerk. An seinen Kranhaken wird die Senkpumpe angehängt und in den Schacht hinabgelassen. Der Strom für die Pumpe wird der Elektrokarren-Batterie entnommen, die dementsprechend bemessen ist. Auf dem Karren werden alle erforderlichen Geräte, Schläuche, Leitern, Ketten, Böcke usw., ebenso wie das Arbeitspersonal befördert. Das Fahrzeug entspricht den Vorschriften der Verordnung über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen. Falls das Eigengewicht unter 2000 kg bleibt, braucht der Fahrer keinen Führerschein.

Die Arbeitsleistung je Schicht ist naturgemäß bei der Anwendung eines derartigen Elektro-Führersitzkarrens beträchtlich höher als wenn die Geräte auf handbetätigten Fahrzeugen befördert werden.

Die Straßenreinigungsbetriebe der Städte benötigen vielfach Fahrzeuge mit nicht zu großen Abmessungen, die den Kehricht auch in den engen oder verkehrsreichen Straßen aufnehmen können, ohne zu sperrend zu wirken. Dieser Forderung entspricht eben-

Abb. 3.
AEG-Elektro-Führersitzkarren mit Mulde in Entleerungstellung.

falls der AEG-Elektro-Führersitzkarren für 2000 oder 3000 kg Tragkraft, dessen Abmessungen entsprechend gewählt sind. Das Fahrzeug für 2000 kg Tragkraft hat eine möglichst niedrig gehaltene Mulde (Abb. 2), um den Arbeitern das Einfüllen zu erleichtern und ist mit verschließbarer Einschüttöffnung versehen. Für die Entleerung wird der dem Führersitz abgekehrte Endverschluß geöffnet und dann die Mulde durch eine Handkurbel und Teleskopwinde nach hinten gekippt. Dabei wird eine sehr steile Schrägstellung erreicht, so daß die Entleerung unbedingt sichergestellt ist (Abb. 3).

Der Aufbau dieses Elektrokarrens ist so eingerichtet, daß er leicht abgenommen und die Batterie alsdann auf die aufgesetzte Plattform gestellt werden kann. Es ist dann möglich, zwischen den Achsen eine Fegemaschine einzubauen, um mit dem Karren Straßen, Wege und Bürgersteige reinigen zu können.

Soll dieses Fahrzeug auch in der Kanalreinigung Verwendung finden, so muß noch ein Schwenkkran angebracht werden für das Herausnehmen der Sinkkasteneimer. In diesem Falle wird die Mulde etwas kürzer ausgeführt unter Fortfall der Teleskopwinde, da das Kippen alsdann mittels des Kranes erfolgen kann. Der Hubantrieb für den Kran und für die Teleskopwinde kann auch elektrisch erfolgen; dies ist aber in den meisten Fällen nicht notwendig, da die Arbeitsbeschleunigung bei Verwendung von Elektrokarren außerordentlich groß ist.

Digitized by Google

Eternit-Kabelrohre
sind unempfindlich gegen vagabundierende Ströme, mehr sagt Prospekt R 81
Deutsche Asbestzement A.-G., Berlin-Rudow

Betriebsinspektor

Elektro-Ing., 44 Jahre, (NSDAP), Mitgl. d. VDI u. VDE, langjähr. Praktiker, vertraut mit Bau u. Betrieb von Elektr.-Werken, Umspann- u. Schaltstationen, Fernleitungen u. Ortsnetzen, reiche Erfahrg. im Installationsfach, Abnahme- u. Zählerwesen sowie in der Werbung, an selbständ. Arbeiten gewöhnt u. organisatorisch veranlagt, auch kaufm. vorgebildet, geübter Autofahrer mit Führersch. 3 b, sucht bei bescheid. Anspr. Stellung gleich welcher Art. Ia Zeugn. u. Ref. vorhanden. Angebote erbeten unter **E. 3362** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur

38 J., led., 20 J. Praxis i. Hoch- u. Niedersp.-Anl., Ortsnetzen u. Fernleit., Betriebsüberw., Abn. u. Rev. elektr. Anl., sucht ausbaufäh. Wirkungskr. Off. u. **E. 3344** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Technisch erfahrener
Patentfachmann, Physiker, Dr. phil.,
(Mitte 30, Arier, Frontsoldat) mit langj. selbständig. Tätigkeit bei Weltfirma, Ia Referenz., allererste Kraft, Spezialgebiete: Verstärker, Akustik (Tonfilm, Radio), Gasentladungen, insbes. Gleichrichter m. Glühkathode u. Quecksilberkathode, Photozellen, **sucht** neuen Wirkungskreis zwecks besserer Ausnutzung seiner Kenntn. u. Erfahr. in leit. Stell. b. angesehenem Unternehmen. Off. u. **E. 3360** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Elektr.-Dipl.-Ing.

(gut), Spez. Fernmelde- u. Hochfrequenztechn., sucht Anfangsstellung. Ang. unt. **E. 3355** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Diplom-Ing.

NSDAP, 25 J., led., TH Berlin 32 „gut", Dipl.-Arb. sehr gut, Fernmeldet., Feinmechanik, Beleuchtungst., Zwanglaufmechanik, sucht Stellung. Angebote erbeten unter **E. 3361** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Junger [3346]

Elektro-Ing.

Absolvent d. Polytechnikums Friedberg, mit „sehr gut" bestanden, 4½ jähr. Prax. in Elektro-Inst., Gesellenprfg., 1½ Jahre Assistent im E-Labor, bewandert in meßtechn. Untersuchg. der Maschinen u. Apparate, gute Kenntn. der Verbandsvorschriften, sucht Anfangsstellung.

Waldemar Volkmann,
Heuchelheim - Gießen,
Brauhausstr. 25.

Elektroingenieur

(Technikumsabsolv.)
30 J., mit guten Kenntnissen der allgemeinen Elektrotechn. und des Maschinenb., 3½ Jahre Werkstatt- u. Install.-Prax., 4 J. im Ausland tätig gewes., perfekte englische u. auch span. Sprachkenntn., sucht Stellung.

Zuschriften u. **E. 3354** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zum sofortigen Antritt wird ein
Konstrukteur
gesucht, schöpferisch u. erfinderisch begabt, für Dosenschalterbau von bedeutender Fabrik für Installationsmaterial. Nachweis über mehrjährige erfolgr. Tätigkeit u. Betriebserfahr. auf diesem Gebiete muß erbracht werden. Verlangt wird ferner die genaue Kenntnis der einschl. Vorschr. sowie d. Behandlung v. Patentangelegenheiten.

Nur Herren, welche diesen Anforderungen gewachsen sind, wollen unter Vorlage v. Zeugnisabschr., Lebensl. u. Ref. Bewerbg. m. Lichtb. einreichen u. **E. 3345** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Tüchtiger
Konstrukteur
für Hochspannungs-Schaltapparate
der insbesondere in der Entwicklung und Ausführung v. öllosen Schaltern profunde Kenntnisse besitzt, wird gesucht. Nur Herren mit längerer Praxis auf diesem Gebiete wollen sich melden. Zuschriften unter **„Tüchtig M. L. 20819"/E. 3350** an die Anz.-Abt. d. ETZ. Berlin W 9, erbeten.

Für Dreh- und Kipp-Installations-Schalter wird von einer Lüdenscheider elektrotechn. Fabrik ein perfekter und selbständiger
Schalter-Konstrukteur
für sofort gesucht, der die Materie, in Sonderheit, die in dieses Fach greifenden Patente und Gebrauchsmuster beherrscht.

Es kommen nur Bewerber in Frage, welche bereits längere Zeit erfolgreiche Praxis im Schalterbau nachweisen können. Ang. u. **E. 3349** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Führendes Unternehmen der **Anlaß- und Steuergeräte** sucht für die **technische Leitung**
Oberingenieur
mit reichen Erfahrungen in der Konstruktion u. Fabrikation von **Selbst-Schaltern, Motorschutzapparaten, guß- u. isoliertgekapseltem Schaltmaterial usw.** Es wird gut dotierte Stellung geboten. Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild u. Gehaltsanspr. u. **E. 3356** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Für größere elektrotechn. Fabrik in Nähe Dresdens wird zur Leitung der gesamten kaufmännischen Abteilungen
Dipl.-Kaufmann
m. reich. Erfahr. auf allen kaufm. Gebieten **gesucht.** Bewerber muß tücht., absol. bilanzsich. Buchhalter sein. Kenntn. der Steuergesetzgebg., Geschicklichkeit i. der Abfassung v. Verträgen u. Sprachkenntn. nötig. Ausführl. Bewerbg. jüng. Herren mögl. aus der elektrotechn. Branche mit Lichtbild, Zeugnisabschr., Gehaltsf., Ref. u. Angabe früh. Antrittstermins u. **E. 3348** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Regierungsbaumeister

d. elektrotechn. Fachr. f. Bearbeitung d. Elektrotechnik der Waffen ges. Gediegene theoret. Kenntn. u. längere erfolgr. prakt. Tätigkeit müssen nachgewiesen w. Bew. mit militär., mögl. artillerist. Ausbildung w. bevorzugt. Eintritt 1. Juli d. Js. Bezahl. n. Reichs-Angestellten-Tarif, Gr. X.

Selbstg. Bew. m. Lebensl., Zeugnisabschr. u. Lichtbild an das
Marinearsenal,
Waffenabteilung, Kiel.
[3347]

Erfindungen

auf dem Gebiete der Transformatoren, der elektrisch. Maschinen, Wandler, Elektrowärmegeräte, Kühlschränke u. verwandter Gebiete von erster Spezialfirma gesucht. Es kommen besond. schon erteilte Patente oder wenigstens im Erteilungsverfahren befindl. Patentanmeldungen in Frage. Es wird gebeten, dem Angebot die Patentschrift oder eine Abschrift der Anmeldg. beizufügen. Offerten unt. **E. 3357** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Für Bezirke Rheinland, Westfalen, Danzig, Grenzmark, Ostpreußen, Brandenburg, Pommern, Mecklenburg, Hessen-Nassau, Baden, Schlesien, Bayern
rührige, bestens eingeführte
Vertreter oder Vertreterfirmen
mit elektrotechnischen Branchekenntnissen gesucht. Ingenieure oder ehemalige Betriebsführer bevorzugt. — Lichtbildangebote mit Referenzen unter **E. 3363** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 25. Mai 1933** **Heft 21**

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1933 außerhalb des HDE.

Von G. H. Winkler, Berlin.

Außerhalb des „Hauses der Elektrotechnik“ und der Halle 6 ist die Elektrotechnik zwar nur Nebensache, eine Begleiterscheinung der eigentlichen Ausstellungstücke, aber sie begegnet uns doch auf Schritt und Tritt, und in den meisten Fällen ist die vollkommene Ausbildung der gezeigten Maschine erst durch Hilfe der Elektrotechnik möglich geworden. In welcher Richtung sich diese vielfältigen Anwendungsgebiete entwickeln, soll im folgenden gezeigt und durch Beispiele neuerer Konstruktionen belegt werden.

Werkzeugmaschinen.

Entsprechend ihrer Bedeutung für alle übrigen Industrien und die deutsche Wirtschaft nehmen die Werkzeugmaschinen einen erheblichen Raum der Technischen Messe ein. Obgleich diese Industrie besonders schwer zu kämpfen hat, war doch eine ganze Reihe Neuausführungen zu sehen, die z. T. auch dem Elektrotechniker Interessantes bieten. Die Hartmetalle haben zu höheren Schnittgeschwindigkeiten, daher höheren Drehzahlen der Antriebe geführt; hiermit entstanden auch neue Anforderungen an die Kraftübertragung auf die Arbeitswellen, z. B. im Hinblick auf die größere Sprödigkeit der Hartmetalle. Ferner mußten zur wirtschaftlichen Ausnutzung der hohen Schnittgeschwindigkeiten auch die Nebenzeiten verkleinert werden. Dies alles führte zu einer weitgehenden Vereinfachung der Bedienung auch der billigeren Maschinen durch Druckknopfsteuerung, zur Geschwindigkeitsänderung durch Leonard-Sätze, polumschaltbare Motoren oder auch Frequenzwandler, Benutzung elektrischer Spannplatten und -futter, elektrischer Bremsung des Motors u. dgl. In rein maschinentechnischer Hinsicht sei neben der steigenden Verwendung hydraulischen Antriebs auf die Entwicklung der Lager verwiesen; eine übersichtliche Schau von Wälzlagern bot Kugelfischer, Schweinfurt; u. a. sah man hier zweireihige Tonnenlager zur Aufnahme radialer und axialer Drücke.

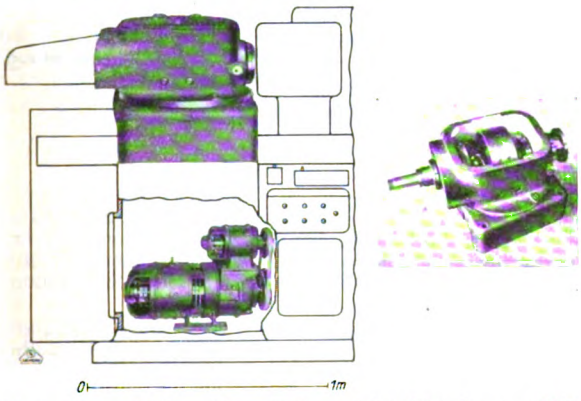


Abb. 1. Innenschleifmaschine mit Leonard-Spindelstockmotor (SSW).

Rein äußerlich wird der Motor immer mehr zu einem Teil der Werkzeugmaschine, er wird ihr völlig angepaßt, oft so eingebaut, daß vom Antrieb außen gar nichts zu sehen ist, und weitgehend unterteilt, d. h. jede Bewegung wird durch einen besonderen Motor vermittelt. Um der äußeren Anpassung willen liefern vielfach die Elektrofirmen nur einen gehäuselosen Motor; das Gehäuse stellt die Werkzeugmaschinenfabrik.

Die Fortunawerke, Cannstatt, zeigten eine Rundschleifmaschine mit 3 Drehstrommotoren und Leonard-Steuerung 1 : 6; die Gruppe ist in den Fuß der Maschine eingebaut (Siemens-Schuckertwerke). Bei einer Innenschleifmaschine der Wotan-Zimmermann-Werke, Glauchau, ist für den Werkstückantrieb ein Leonard-Motor als Spindelstockmotor ausgebildet worden, regelbar 1 : 10 (Abb. 1). Man spart hierbei das Flüssigkeitsgetriebe und gewinnt freie Schwenkbarkeit des Spindelstocks.

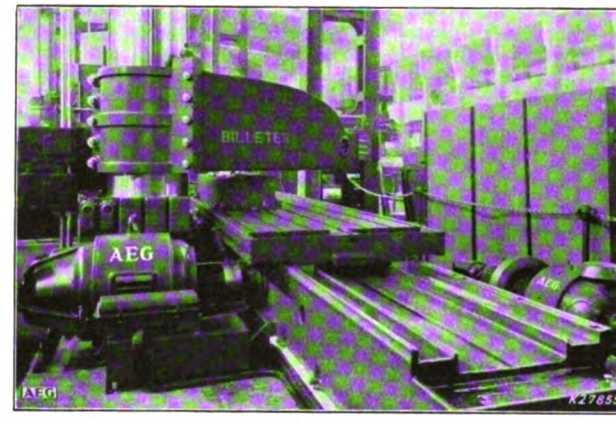


Abb. 2. Hobelmaschine mit vierfach polumschaltbarem Umkehrmotor und Gleichstrombremsung.

Die Verkürzung der Auslaufzeit der Werkzeugmaschine nach Abschalten des Motors ist wirtschaftlich bedeutungsvoll und wird in eleganter Weise durch elektrische Bremsung des Motors erzielt. Bei Drehstrom geschieht dies entweder durch Umschalten des Motors auf entgegengesetzten Drehsinn oder — besser — durch Gleichstrombremsung. Hierfür haben die SSW den Trockengleichrichter dienstbar gemacht. Da dieser nur kurzzeitig eingeschaltet wird, kann seine große Überlastungsfähigkeit ausgenutzt werden. Er wird durch ein besonderes Bremsschütz nach Betätigung des „Halt“-Knopfes über einen kleinen Transformator ans Netz gelegt. Nach einer einstellbaren Zeit (2 ··· 3 s) schaltet sich das Bremsschütz selbsttätig ab. Diese Abbremsung wurde auf dem Stande von Collet & Engelhard, Offenbach a. M., an einem Bohrwerk mit Drehstrom-Anbaumotoren (davon einer polumschaltbar) gezeigt.

Die polumschaltbaren Motoren haben sich schon ein weites Gebiet erobert und fanden sich an zahlreichen Maschinen. Ein schönes Beispiel ist der von der AEG gelieferte vierfach polumschaltbare Umkehrmotor an einer Hobelmaschine von Billeter & Klunz AG., Aschersleben (Abb. 2). Der 30 PS-Motor für 500, 750, 1000 und 1500 U/min wird vorm Umkehren mit Gleichstrom (Hilfsumformer, rechts in Abb. 2) abgebremst. Die drei ersten Drehzahlen dienen für den Schnittgang, die vierte für den Rücklauf. Der Motor besitzt Käfiganker. Für die nach dem Umkehren folgende niedrigste Drehzahl war noch eine Schleifringwicklung mit festem Schlupfwiderstand vorgesehen; sie hat sich indessen als entbehrlich erwiesen.

Digitized by Google

Als Besonderheit sei noch das zur Ausführung von Hin- und Herbewegungen durch Fernbetätigung dienende Eldro-Gerät der AEG erwähnt, ein elektrisch-hydraulischer Trieb, der z. B. an einer Kurbelpresse als Sicherheitsorgan arbeitete[1].

Der Trockengleichrichter (SSW) fand sich auch an einer Flächenschleifmaschine von Reinecker, Chemnitz, zur Speisung der elektromagnetischen Aufspannplatte. Eine neue Spannvorrichtung ist der Elektrospanner „Konstant" mit Dauerdruckwirkung, hergestellt von der Paul Forkardt AG., Düsseldorf. Der Motor *D* (Abb. 3) treibt über ein Planetengetriebe *E* das Schraubengetriebe *F*; dieses bewegt unter Zwischenschaltung des elastischen Gliedes *H* die mit den Spannbacken verbundene Stange *G*. Der von *D* erzeugte Spanndruck speichert sich in *H*, dessen elastische Längenänderung nun wieder über Gestänge *J* und *K* und Kontaktvorrichtung *L* den Motor steuert, ihn nach Erreichen des gewünschten Spanndruckes ab- und bei Nachlassen des Druckes zuschaltet.

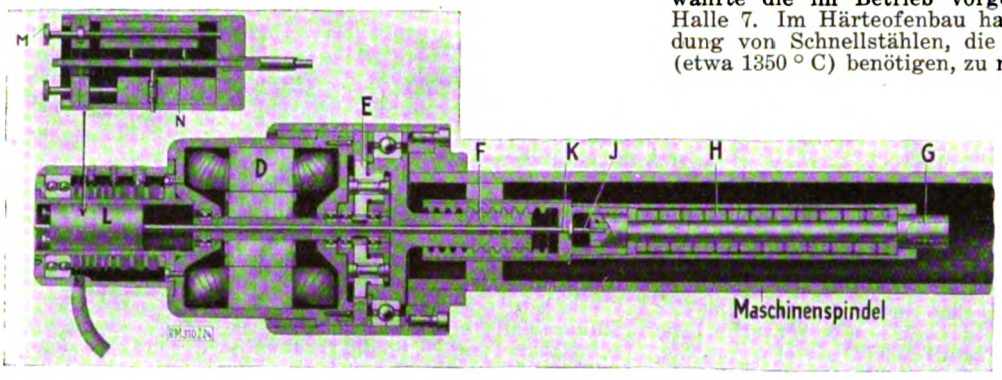


Abb. 3. Elektro-Spannvorrichtung mit Dauerdruckwirkung.

Das Bestreben, mit dem Motor unter Vermeidung von Getrieben möglichst direkt an die Arbeitswelle heranzugehen, fand sich übrigens auch bei Nähmaschinen verwirklicht; z. B. waren die Marken Phoenix und Mundlos z. T. mit direktem Antrieb ohne Riemen ausgerüstet.

Elektrowerkzeuge.

Die Bedeutung des Elektrowerkzeugs mit Kleinmotor ist erst kürzlich in der ETZ gewürdigt worden[2]. Die Messe zeigte eindrucksvoll die Vielseitigkeit dieser Maschinen, die auch preislich für den kleinsten Handwerksbetrieb in Frage kommen. Besonders fallen die zahlreichen Einhandmaschinen mit Universalmotor auf, die mit Einsätzen zum Bohren, Schleifen, Fräsen, Putzen usw. versehen werden können. Ein derartiges Werkzeug, das bis 6 mm spannt, hat z. B. die Robert Bosch AG., Stuttgart, neu herausgebracht (Abb. 4). Der Motor arbeitet mit 110, 150 und 220 V, Leistungsaufnahme im Dauerbetrieb 50 ··· 60 W. Der Rotor läuft mit 20 000 U/min in Kugellagern mit Resitex-Käfig, ein Ventilator sorgt für Kühlung. Das Untersetzungsverhältnis auf die Werkzeugspindel ist 13 : 1. Die Verwendung sehr rasch umlaufender Universalmotoren ist überhaupt eine an Ausdehnung gewinnende Besonderheit. Neben entsprechenden Ausführungen von C. & E. Fein, Stuttgart, sei an dieser Stelle noch die Innenschleifspindel der Hartex G. m. b. H., Berlin W 9, erwähnt, obwohl es sich nicht eigentlich mehr um ein Handwerkzeug handelt. Diese Spindeln, deren elektrischen Teil die SSW liefern, besitzen einen Kurzschlußmotor, der in die Spindel eingebaut ist. Er wird über einen regelbaren Frequenzwandler gespeist, so daß Drehzahlen bis 30 000 U/min bei geringem Schlupf und hoher Durchzugskraft erzielt werden.

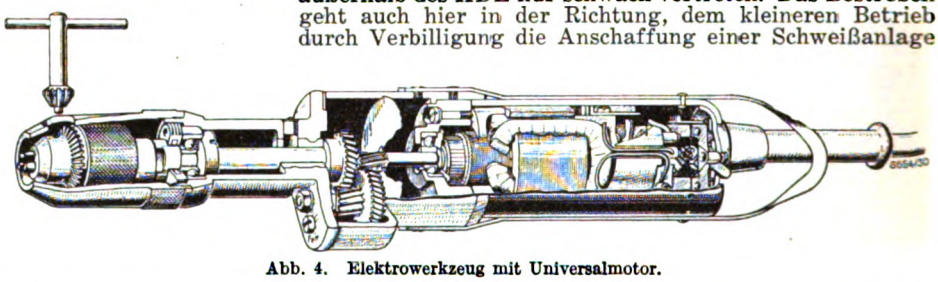


Abb. 4. Elektrowerkzeug mit Universalmotor.

Elektrowärme in der Industrie.

Öfen.

Die industrielle Verwendung der Elektrowärme steht sicher erst am Anfang ihrer Entwicklung. Hier sind für die Absatzinteressen der Elektrizitätswerke noch große Möglichkeiten vorhanden, deren Verwirklichung durch die vielfach bereits erfolgte Umstellung der Tarifpolitik eingeleitet ist. Die Messe zeigte, daß die Industrie diese Sachlage erkannt hat und gerade auch dem kleineren metallverarbeitenden Betrieb die Vorteile der elektrischen Wärmebehandlung zugänglich machen will. Einen vorzüglichen Überblick über die Härtung des Stahles gewährte die im Betrieb vorgeführte Härtestube in Halle 7. Im Härteofenbau hat die zunehmende Verwendung von Schnellstählen, die höhere Härtetemperaturen (etwa 1350 ° C) benötigen, zu neuen Entwicklungen Anlaß gegeben. Die in Widerstandsöfen üblichen Chromnickelbänder sind praktisch nur bis etwa 1000 ° C brauchbar; sie wurden durch Silit- oder Globarstäbe ersetzt, die Temperaturen bis rd. 1400° zulassen. Brown, Boveri & Cie., Mannheim, hat ein Tantalband für elektrische Öfen herausgebracht. Um die Gebrauchsdauer der Stäbe zu erhöhen, ist es nötig, ihren mit der Alterung wachsenden Widerstand durch Spannungserhöhung auszugleichen; das bedingt zusätzliche Regelstufen an den Ofentransformatoren.

Neu waren Luftanlaßöfen mit Luftumwälzung zur Erzielung gleichmäßiger und schneller Durchwärmung des Gutes. Solche Öfen zeigten z. B. Fritz H. Geburtig, Dresden A 16, und Max Uhlendorff, Berlin-Lichtenberg. Die Luft wird durch einen Schraubenlüfter bewegt; durch die Konstruktion ist ihr ein bestimmter Weg vorgeschrieben. Neueren Datums auf dem Gebiet der Härtung ist ferner die Verdrängung des Pulvers beim Einsatzhärten durch Salzbäder; die Salzschmelze selbst bildet den Widerstand. Derartige Öfen, z. B. von Geburtig, verwenden ein unter Zusatz von Zyanverbindungen hergestelltes Salz „Perliton" (Deutsche Houghton-Fabrik, Magdeburg). Das Verflüssigen des Salzes geschieht meist durch Funkenhilfselektroden; Geburtig führt neuerdings auch eine Widerstandschmelzung aus, die den starken Abbrand der Hilfselektroden bei Funkenschmelzung vermeidet. — Unter den zahlreichen Öfen für Schmelzen, Trocknen u. dgl. sei noch ein neuer Kohlerohrofen von Max Uhlendorff erwähnt, der Temperaturen bis 2000 ° C und darüber zu erreichen gestattet.

Schweißen.

Die Elektroschweißung war durch Maschinensätze außerhalb des HDE nur schwach vertreten. Das Bestreben geht auch hier in der Richtung, dem kleineren Betrieb durch Verbilligung die Anschaffung einer Schweißanlage zu ermöglichen. Weiterhin setzt sich die Automatisierung durch, da sie qualitativ bessere Arbeit zu leisten vermag. Paul Knopp, Berlin SW 19, zeigte eine Sonderschweißmaschine mit Doppelrollenelektrode zum Schweißen der Längsnähte von Batterie-Zinkbechern.

Daß die Elektroschweißung sich weite Anwendungsgebiete eroberte, zeigte die Messe in vielen Einzelheiten. Die Deutschen Werke Kiel hatten eine Diesellokomotive ausgestellt, deren Rahmen elektrisch geschweißt ist, ferner einen Dieselmotor mit geschweißtem Rahmen. Auf dem Stand der Firma Kircheis, Aue i. Sa., wurde eine Bakelitpresse mit geschweißtem Ständer (Abb. 5) im Betriebe vorgeführt, und die Loewe-Gesfürel AG., Berlin NW 87, stellte eine elektrisch geschweißte Schleifmaschine aus. Interessant ist an allen Objekten die durch die Schweißung bedingte Änderung der gewohnten Konstruktionsform, die neben der verbilligten Herstellung (Fortfall teurer Gußkörper) die leichtere Reparaturmöglichkeit der geschweißten Maschinen erkennen läßt.

[1] Vgl. AEG-Mitt. 1933, H. 2.
[2] ETZ 1933, S. 194 u. 276.

Digitized by Google

Meßtechnik.

Die Neuerungen an den zahlreich ausgestellten Betriebsmeßgeräten für Mengen-, Druck-, CO_2-Messung usw. bestanden vorwiegend nur in Änderungen der Form, der Abdeckung, um an Größe und Herstellungskosten zu sparen. Bei Registriergeräten ist ein Bestreben merkbar, den Uhrwerksantrieb der Schreibstreifen durch elektrischen Antrieb mittels Synchronmotors zu ersetzen. Diese Antriebsart bietet u. a. den Vorteil, daß ein eindeutiger Vergleich der zeitlich zusammengehörigen Kurvenwerte verschiedener Schreiber möglich ist. Für den Fall des Ausbleibens der Netzspannung kann Gangreserve vorgesehen werden. Hartmann & Braun A.G., Frankfurt a. M., stellte einen Zweipunkt-Kurvenschreiber mit selbstanlaufendem Synchronmotor aus, dessen wicklungsloser Läufer auf ein ölgekapseltes Übersetzungsgetriebe arbeitet; Daten des Motors: 110 oder 220 V, 5 W, 3000 U/min bei 50 Per/s.

Für die eingehendere Erforschung elektrischer Vorgänge hat sich der Kathodenstrahl-Oszillograph in Form der Braunschen Röhre in letzter Zeit als handliches und verhältnismäßig preiswertes Meßgerät bewährt. Otto Preßler, Leipzig C 1, zeigte eine vollständig zusammengebaute Apparatur im Betrieb, die ans Lichtnetz angeschlossen wird; auch ein Kippgerät liefert die Firma. Unter den komplizierteren Meßgeräten, bei denen man schon länger nach Vereinfachung, nach Verselbsttätigung einzelner Funktionen strebt, gewissermaßen nach „Einknopfbedienung", sei das Betriebs-Ionometer der F. & M. Lautenschläger G. m. b. H., München, genannt. Das Gerät erlaubt direkte Ablesung des p_H-Wertes ohne vorherige Kompensation dank der Verwendung eines besonderen, dauernd mit sehr kleinem Strom belastbaren Normalelements.

Hausgeräte.

Es gab nichts grundlegend Neues; das Streben ist darauf gerichtet, die Erzeugnisse zu vereinheitlichen und vor allem auch zu verbilligen. Besonders bekannt ist das Ringen um die Konstruktion eines preiswerten selbsttätigen Kühlschrankes. Einen guten Schritt vorwärts bedeutet hier der Bosch-Kühlschrank (Abb. 6). Er arbeitet mit Kompressor und ist so gebaut, daß er sich z. B. bequem unterm Küchentisch unterbringen läßt. Der Stromverbrauch wird im Jahresdurchschnitt mit rd. 1 kWh/Tag angegeben; der Preis des Schrankes beträgt 350 RM. Man sah außerdem Waschmaschinen, Küchenmotoren mit praktischen Zusatzgeräten, zahlreiche hübsche Einzellösungen, die die Elektrisierung des Haushalts besonders nach Besserung der Kaufkraft weitertreiben werden.

Lichttechnik.

In der Industrie der Heimbeleuchtungskörper sind besondere Wandlungen nicht spürbar; man konnte allenfalls feststellen, daß der Drang nur nach Billigkeit zugunsten der Verwendung besseren Materials etwas eingedämmt worden ist. Während die Gestaltung der Wohnbeleuchtungskörper Wege geht, die im allgemeinen weniger von der Technik als vom Zeitgeschmack bestimmt werden, haben sich daneben Zweckleuchten herausgebildet, die sich anfänglich außerhalb der Industrie wenig einführten, nun aber von zahlreichen Firmen in ähnlichen, lichttechnisch bedingten Formen hergestellt werden und auf der Messe überraschend stark vertreten waren. Von einzelnen Neukonstruktionen seien erwähnt: Der Metall-Farbstrahler der „Beseg-Licht" G. m. b. H., Berlin-Wilmersdorf, ein Tiefstrahler, in dessen Reflektor ein zweites Paraboloid aus dünnem, nach dem Eloxal-Verfahren eingefärbten Aluminiumblech eingesetzt wird, zur Verwendung als Effektleuchte, für Fleischereien, Webereien u. dgl. Die F. & M. Lautenschläger G. m. b. H. zeigte eine Universallampe für den Wissenschaftler, die als Tischlampe, aber auch als Mikroskopier-, Spiegel- und Polarisationslampe gleich gut verwendbar ist. Schließlich scheint ein Lichtverteiler für Soffittenlampen in Schaukästen u. dgl. recht zweckmäßig zu sein, ein Glaskörper aus Zylinderstufenlinsen, der das Licht gleichmäßig über die auszuleuchtende Fläche verteilt; Hersteller: Erich Zachariä, Leipzig C 1.

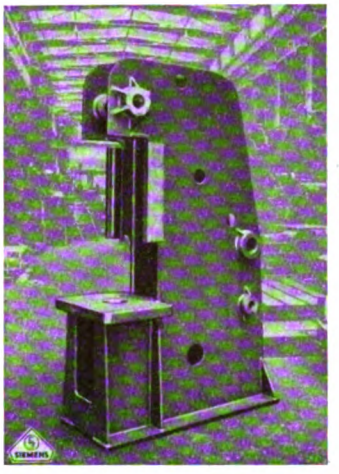


Abb. 5. Elektrisch geschweißter Ständer einer Kunstharzpresse für 70 000 kg Preßdruck.

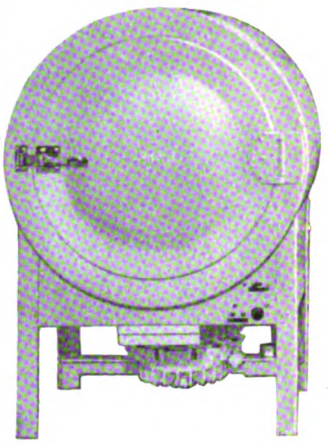


Abb. 6. Bosch-Kühlschrank.

Rundfunk, Schallaufzeichnung.

Die Funkindustrie in Halle 6 hat sich der Forderung großer Trennschärfe nicht nur bei den hochwertigen Superhets, die z. Z. wieder das Feld beherrschen, sondern auch bei den billigeren Empfängern gewachsen gezeigt. An Einzelteilen waren zahlreiche Zusatzgeräte, Sperrkreise, Störbefreier, Tonregler nach bekannten Grundsätzen ausgestellt. Großen Raum nahm die elektrische Schallplattenaufnahme und -wiedergabe ein. Man sucht die Antriebe leistungsfähig und vielseitiger zu machen; sie sollen möglichst für 110/220 V, Gleich- oder Wechselstrom und u. U. noch für zwei Drehzahlen (33 und 78 U/min) verwendbar sein, ferner zum Plattenschneiden und -abspielen. Anderseits bemüht man sich, vollständige Geräte zu bescheidenem Preise herzustellen. Da aber auf diesem Gebiet sehr viel Entwicklungsarbeit zu leisten ist und eine wirklich lautgetreue Aufnahme immer noch beträchtliche Mittel erfordert, so läßt die Lautqualität der billigeren Geräte naturgemäß noch zu wünschen. Die Frage der besten Dosenführung scheint immer noch nicht einheitlich entschieden; radiale Geradführung zeigten u. a. die Geräte von Wünsch & Marcrander, Leipzig C 1, und Max Braun, Frankfurt a. M.

Ein neues Verfahren zur Darstellung und Messung der Läuferabweichungen von Wechselstrommaschinen und Einankerumformern aus der synchronen Lage.

(Mitteilung aus dem Inst. f. Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von W. Heyde, Dresden.

Übersicht. Mit Hilfe einer synchron rotierenden, synchron und kurzzeitig eingeschalteten Glimmlampe können Pendelungen und andere Läuferabweichungen mit genügender Genauigkeit bestimmt und lichtstark und eindringlich auch einem größeren Zuschauerkreis vorgeführt werden. Für zwei kennzeichnende Beispiele — Remanenzmotor und Einankerumformer — werden die entstehenden Bilder in Zusammenhang mit gleichzeitig aufgenommenen Oszillogrammen gebracht.

Bekanntlich ist die relative Lage des Läufers einer synchronen Wechselstrommaschine oder eines Einankerumformers zum synchron umlaufenden Drehfeld von der Größe und Art der Belastung abhängig. Abgegebene oder aufgenommene elektrische Leistung des Generators oder Motors sind dabei dem Vor- oder Nacheilwinkel des Läufers gegenüber dem Drehfeld annähernd proportional. Arbeitet der Generator oder Umformer für sich auf ein eigenes Netz, so werden Belastungsänderungen mehr oder weniger gedämpfte Schwingungen des Läufers im Rhythmus seiner Eigenschwingungsdauer verursachen. Daneben können im Takte eines ungleichförmigen Antriebs erzwungene Schwingungen des Läufers auftreten. Arbeiten mehrere Maschinen zusammen, also Motoren am generatorgespeisten Netz oder Generatoren im Parallelbetrieb, so werden Eigenschwingungen wie erzwungene Schwingungen auch

Digitized by Google

nur einer Maschine sich mittels der damit verbundenen elektrischen Leistungsänderungen über das ganze Netz allen anderen synchronen Maschinen mitteilen, von denen die Schwingungen im gleichen Takt übernommen werden. Dabei kann es, wie bekannt, zu gefürchteten Resonanzerscheinungen mit der Eigenschwingung der angestoßenen Maschine kommen. Schließlich kann unter gewissen Bedingungen die Eigenschwingung einer Maschine auch ohne äußeren Anstoß als selbsterregte freie Schwingung auftreten. Alle diese Erscheinungen haben jahrzehntelang unter dem Sammelbegriff „Pendeln von Synchronmaschinen“ immer wieder namhafte Forscher zu

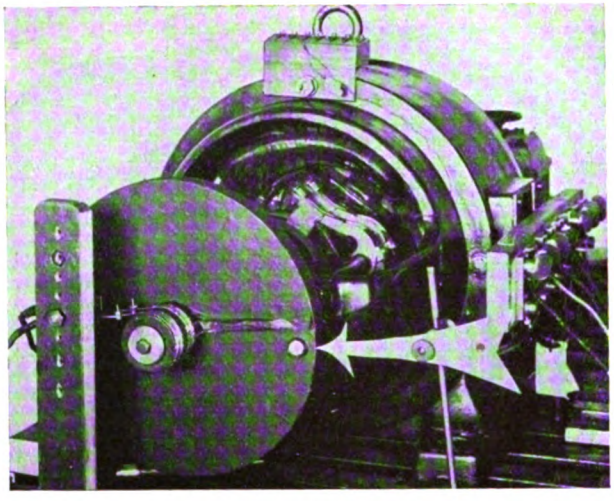


Abb. 1. Anordnung der Scheibe mit Glimmlampe, Schleifringen und Bürsten. (Stillstand.)

zahlreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen angeregt[1]; die Kenntnis vom Pendeln gehört heute zum Grundwissen jedes maschinentechnisch interessierten Elektrotechnikers.

Trotzdem zeigt die praktische Lehrerfahrung, daß das Vorstellungsvermögen des jungen, lernenden Elektroingenieurs für derlei Dinge zunächst nur begrenzt ist. Es bestand daher ein Bedürfnis nach einer einfachen und bequemen Demonstrationsmethode für diese Vorgänge, die

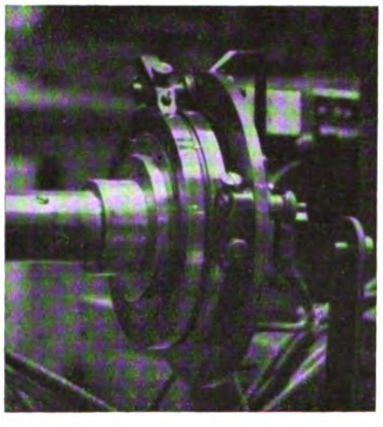


Abb. 3. Kontaktmacher auf der Welle des Hilfssynchronmotors.

tunlichst auch gestatten soll, die Winkelabweichungen der Läufer aus der synchronen Lage mit für überschlägliche Rechnungen genügender Genauigkeit zu messen. Wohl fehlt es nicht an älteren Verfahren für die Messung des

[1] Blondel, Boucherot, Hutin und Leblanc, La lumière électrique Bd. 45 (1892) und 46 (1893). Kapp, ETZ 1899, S. 134. Görges, ETZ 1900, S. 188; 1903, S. 561. Föppl, ETZ 1902, S. 59. Rosenberg, ETZ 1902, S. 425; 1903, S. 857. Fleischmann, ETZ 1906, S. 873. Sarfert, Doktordissertat. Dresden 1908. K. W. Wagner, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 26, S. 686 (1908). Schüler, ETZ 1911, S. 1199. Dreyfus, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 29, S. 323 (1911). Rüdenberg, Arch. Elektrotechn. Bd. 1, S. 34 (1912). Feldmann u. Nobel, Arch. Elektrotechn. Bd. 1, S. 291 (1912). Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 3, S. 150 (1915). Dreyfus, ETZ 1920, S. 200. Biermanns, Arch. Elektrotechn. Bd. 10, S. 185 (1921). Geiger, ETZ 1923, S. 8. Ossannna, ETZ 1924, S. 559.

Voreilens parallel arbeitender Synchronmaschinen[2], die insbesondere den Vorteil einer kaum zu überbietenden Genauigkeit haben. Die seinerzeit im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Dresden entwickelte Methode von Görges und Weidig gestattete beispielsweise, die Winkelabweichungen mit einer Genauigkeit von etwa 2 Bogenminuten festzustellen. Diese und die Methode von van Dijk arbeiten mit der mittels Fernrohrs und Skala zu messenden Ablenkung eines Lichtstrahles, der von je einem auf jeder Welle der beiden parallel arbeitenden Maschinen sitzenden, synchron rotierenden Spiegel reflektiert wird. Beide Methoden sind in dieser Form demnach an eine unmittelbar benachbarte Aufstellung der beiden Maschinensätze in bestimmter, genau auszurichtender Anordnung gebunden, die sich nur im Laboratorium durchführen läßt und einen zeitraubenden Aufbau bedingt. Die Methode von Huldschiner verwendet ein Funkeninduktorium, das durch einen auf der Welle der einen Maschine aufgesetzten Momentankontakt gesteuert wird; der Funke durchlöchert durch eine auf der Welle der zweiten Maschine angebrachte Schlitzblende besonderer Formgebung hindurch einen gleichmäßig bewegten Papierstreifen und registriert so nach Art eines Funkenschreibers die Kurve der Pendelung. Ebenso wenig wie die beiden erstgenannten Methoden eignet sich diese zur Demonstration von Pendelungen vor einem größeren Zuschauerkreis als Hilfsmittel für den Vortrag.

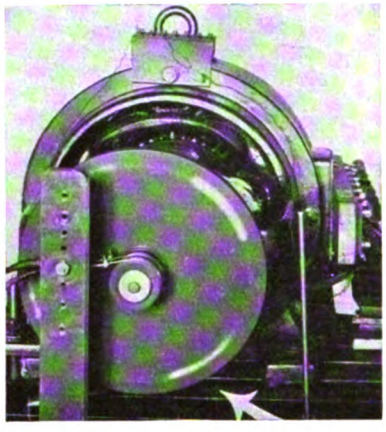


Abb. 2. Synchron rotierende Glimmlampe an vierpoliger Maschine. (Zeitaufnahme.)

Im Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der Technischen Hochschule Dresden wurde daher eine neue Methode entwickelt und mit Erfolg eingeführt, die hier beschrieben werden soll. Auf dem Wellenende der zu untersuchenden Maschine wird eine hölzerne Kreisscheibe

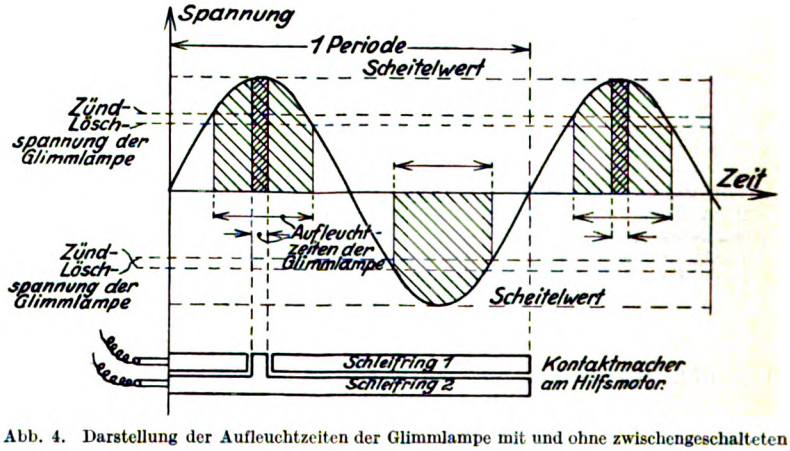


Abb. 4. Darstellung der Aufleuchtzeiten der Glimmlampe mit und ohne zwischengeschalteten Kontaktmacher.

etwa vom Durchmesser des Läufers aufgekeilt. Nahe an deren Peripherie wird in einer entsprechenden Bohrung eine kleine Osram-Signalglimmlampe mit Mignonfassung so befestigt, daß deren Plattenelektroden etwa parallel mit der vorderen Scheibenebene und in gleicher Höhe stehen. Die Scheibe wird zweckmäßig mattschwarz angestrichen. Die Stromzuführung für die Glimmlampe erfolgt über zwei auf der Holzscheibe bzw. deren Nabe angebrachte Schleifringe durch einfache Drahtbürsten; das kann in Anbetracht der winzigen Betriebstromstärke für

[2] Huldschiner, Sammlg. elektrotechn. Vortr. v. Prof. Voit, Band 9, Verlag Enke, Stuttgart 1906. Görges und Weidig, ETZ 1910, S. 332. Van Dijk, Dissertat. Delft 1910 und ETZ 1911, S. 99.

Digitized by Google

eine so kleine Glimmlampe mit ganz behelfsmäßigen Mitteln geschehen (Abb. 1). Würde nun diese jede Läuferbewegung mitmachende Glimmlampe von dem gleichen Netzwechselstrom wie die zu untersuchende Maschine gespeist, so würden bei synchronem Lauf der Maschine auf der schwarzen Holzscheibe so viel stillstehende leuchtende Kreisringausschnitte erscheinen, als die betreffende Maschine Pole hat; sie würden je zur Hälfte durch das Glimmlicht je einer Elektrode des rotierenden Glimmlämpchens gebildet werden. Die leuchtende Bogenlänge jedes Kreisringausschnitts würde durch das Verhältnis der Zünd- und Löschspannung der Glimmlampe zum Scheitelwert der angelegten Wechselspannung bedingt werden (Abb. 2 und 4). Führt man nun die Zuleitung zur Glimmlampe über einen Kontaktmacher (sogenannte Joubertsche Scheibe), der auf der Welle eines kleinen leerlaufenden und vom gleichen Netz gespeisten Hilfsynchronmotors gleicher Polzahl sitzt (Abb. 3), so wird von der vollen Wechselstromperiode für die Glimmlampe nur ein einziger Momentanwert herausgegriffen, der dem Augenblick entspricht, in welchem der Momentankontakt den Stromkreis schließt (Abb. 4 und 5). Durch Verdrehen der Bürsten am Momentankontakt läßt sich leicht gerade der Scheitelwert der angelegten Spannun erfassen. Natürlich kann nunmehr auch Gleichstrom für die Glimmlampe verwendet werden, aus dem der Kontaktmacher einen Augenblickswert herausgreift. Die mit der zu untersuchenden Maschine rotierende Glimmlampe wird im Rhythmus der Kontaktgabe nur an einer einzigen Stelle mit nur einer Elektrode aufleuchten und wird so bei stationärem Synchronbetrieb der Maschine in einem scharfen und ruhig stehenden Bild den Eindruck erwecken, als ob die Glimmlampe an dieser Stelle feststehen würde (Abb. 6). Diese scheinbare Stillstandstellung der Glimmlampe wird als Ausgangs- und Gleichgewichtslage von außen mit einem verstellbaren Indexzeiger markiert. Bei jeder Belastungsschwankung und -änderung wandert nun das Leuchtbild der Glimmlampe um den Vor- oder Nacheilwinkel des Läufers gegenüber dem Drehfeld von dem Index fort; jede Pendelung gleich welchen Ursprungs wird genau so angezeigt, als wenn der Maschinenläufer die Pendelung aus dem Stillstand heraus ausführen würde (Abb. 7). Durch Anbringen einer Schlitzblende über der Glimmlampe und Gegenüberstellung einer ruhenden, festen Kreisteilung als Index läßt sich die Größe des Vor- oder Nacheilwinkels ohne weiteres ablesen, ebenso die Schwingungszahl der Pendelung. Wichtig ist, daß der Hilfssynchronmotor mit dem Kontaktmacher nicht selbst mitpendelt; er muß daher möglichst klein sein und mit guter Dämpfung ausgestattet werden. Mit Erfolg wurde ein kleiner Asynchronmotor synchronisiert, dessen Läuferwicklung teils als asynchrone Anlaß- und kurzgeschlossene Dämpferwicklung diente, teils mit Gleichstrom erregt wurde (Abb. 5). Der Hilfssynchronmotor ist an keinen bestimmten Platz gebunden und stört somit keinesfalls die Übersicht bei der Demonstration; über seinen Kontaktmacher können gleichzeitig mehrere Glimmlampen an verschiedenen Maschinen gleicher Polzahl am gleichen Netze betrieben werden. Um die Lichtstärke der Glimmlampe für den völlig unverdunkelten Raum zu erhöhen, kann die Betriebspannung der Lampe für diese ruckartig-kurzzeitigen Entladungstöße mittels eines winzigen Transformators ohne Gefahr wesentlich erhöht werden; die Lichtstärke der Erscheinung reicht dann auch für ein sehr großes Auditorium völlig aus.

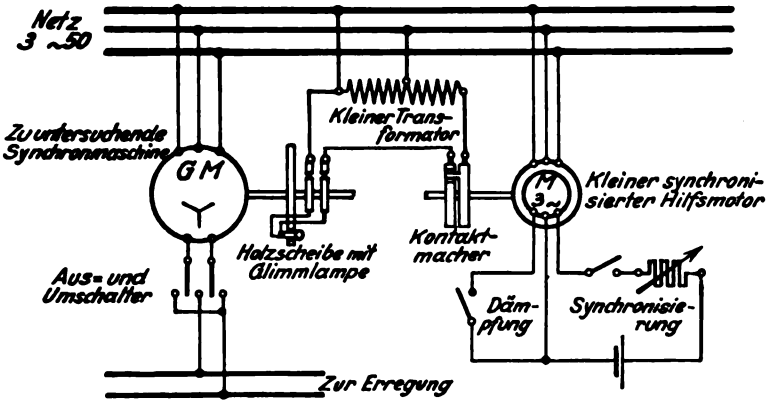


Abb. 5. Schaltbild für Glimmlampe, Kontaktmacher und Hilfsmotor.

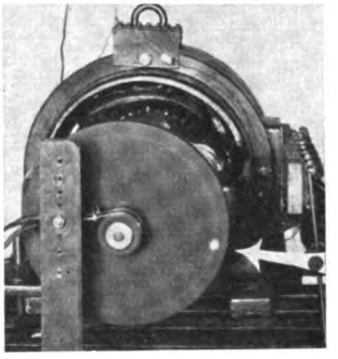


Abb. 6. Synchron rotierende Glimmlampe bei stationärem Synchronbetrieb. (Zeitaufnahme.)

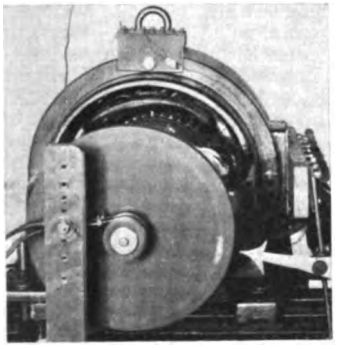


Abb. 7. Synchron rotierende Glimmlampe während einer Pendelung um den stationären Zustand (Zeitaufnahme).

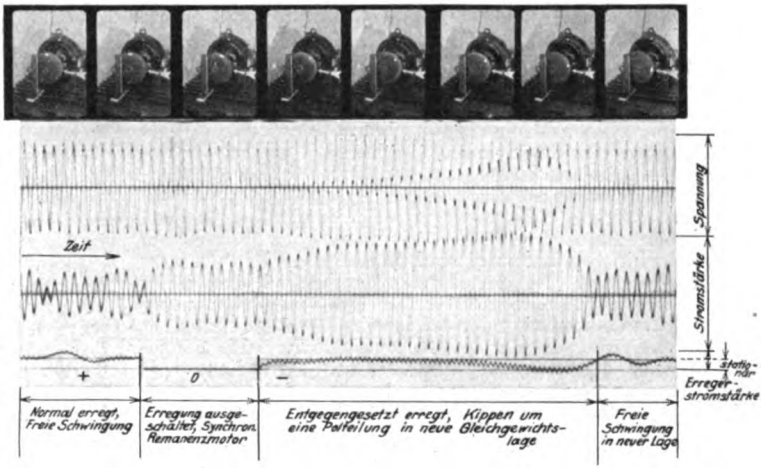


Abb. 8. Kippen eines Remanenzmotors. Oszillogramm und zugehörige Momentaufnahmen der synchron rotierenden Glimmlampe.

Mit dieser Anordnung gelingt es ausgezeichnet, alle im Betrieb möglichen Winkelabweichungen synchroner Läufer und deren Schwingungen genau, deutlich und eindringlich vorzuführen und anschaulich zu machen. Zwei besonders markante Anwendungsbeispiele seien hier noch näher beschrieben:

a) Kippen eines gegenerregten synchronen Remanenzmotors.

Kleinere Synchronmaschinen, insbesondere solche mit gut ausgeprägten Polen, laufen auch nach Abschaltung der Gleichstromerregung synchron weiter. Das Polrad wird dabei vom laufenden Ständerdrehfeld im Gleichfluß magnetisiert, die Wechselstromaufnahme des Ständers wird durch die Erhöhung der magnetisierenden Blindkom-

Digitized by Google

ponente entsprechend größer[3]. Polt man nun die Gleichstromerregung um und magnetisiert das Polrad im entgegengesetzten Sinne, so muß mit zunehmender Erregerstromstärke zunächst die Wechselstrom-Magnetisierung vom Ständer aus größer werden und die Wechselstromstärke weiter steigen. Dann aber wird sich das synchron weiter rotierende Polrad aus seiner bisherigen koaxialen Lage mit dem umlaufenden Drehfeld immer mehr entfernen, indem es gegenüber diesem zurückbleibt, und schließlich wird es um insgesamt eine Polteilung zurückkippen. In dieser neuen Relativlage des Läufers zum Drehfeld wird die Maschine als normal erregter Synchronmotor weiter laufen. Wählt man die Stärke der Gegenerregung entsprechend, so läßt sich der ganze Vorgang genügend langsam einstellen, und man kann ihn mit der beschriebenen Glimmlampenmethode bequem und genau verfolgen. An einem gleichzeitig aufgenommenen Oszillogramm seien die einzelnen Phasen des Vorganges erläutert (Abb. 8). Benutzt wurde eine vierpolige Synchronmaschine mit Bruchlochwicklung für 4 kVA Leistung (Firma Pöge DG 4), die ohne Spannungsherabsetzung asynchron als Motor anläuft und sich auch ohne Erregung als synchroner Remanenzmotor selbst synchronisiert. Schon bei geringer Gleichstromerregung neigt die Maschine zu selbsterregten freien Schwingungen. Die relative Bewegung des Läufers im synchronen Drehfeld beim Kippvorgang ist deutlich an einer in der Spannungskurve auftretenden kräftigen Oberwelle zu erkennen, die mit fortschreitender Läuferbewegung symmetrisch über beide Halbwellen hinwegläuft und nach beendigtem Kippen wieder verschwindet. In der Läufererregerwicklung wird während des Kippens vom Drehfeld eine Gleichspannung induziert, die dem erregenden Gleichstrom entgegengesetzt gerichtet ist und diesen im Augenblick der Höchstgeschwindigkeit des Kippvorgangs bis auf Null heruntergedrückt. Sofort nach beendigtem Kippen setzen in der neuen Gleichgewichtslage wieder die freien Schwingungen ein.

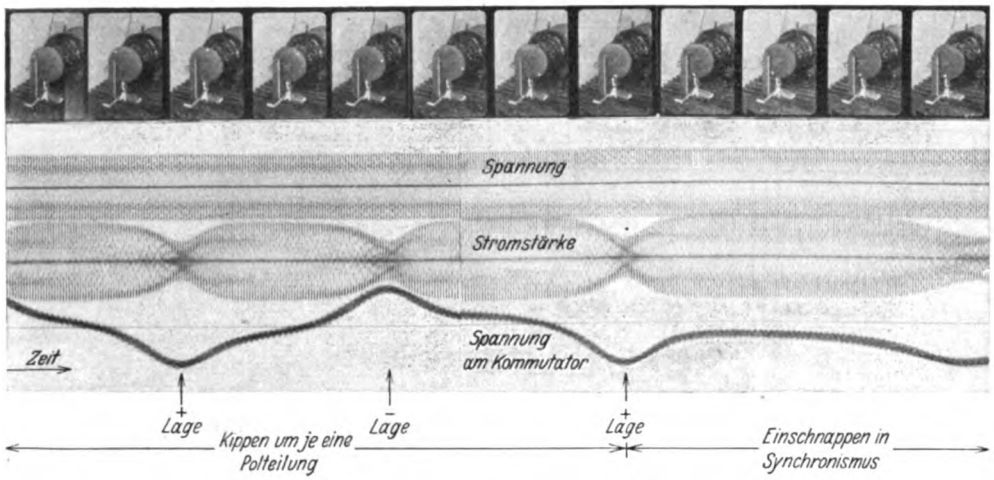


Abb. 9. Synchronisierung eines Einankerumformers bei Eigenerregung. Oszillogramm und zugehörige Momentaufnahmen der synchron rotierenden Glimmlampe.

b) Synchronisierung eines asynchron angelassenen Einankerumformers bei Eigenerregung.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie unter a) beschrieben, treten beim Synchronisieren asynchron angelassener Einankerumformer bei Eigenerregung auf, wenn der Synchronismus nahezu erreicht ist, An den Bürsten des Kommutators entstehen dann im Rhythmus der Änderung der relativen Lage des nur noch ganz wenig schlüpfenden Ankers zum synchronen Drehfeld sehr langsam pulsierende Wechselströme, die den Feldmagneten zugeführt werden und diese ebenso langsam ummagnetisieren. Es tritt also hierbei hintereinander genau das gleiche Kippen um je eine Polteilung auf wie bei den Vorgängen unter a). In welcher Lage der Anker schließlich synchron vom Feld gefangen wird, läßt sich dabei nicht voraussagen, ebensowenig die schließliche Polarität des Gleichstromes. Das in der Praxis selbst bei großen Einankerumformern übliche Verfahren zur Polarisierung oder Umpolarisierung[4] ist das wechselstromseitige Ab- und Zuschalten im Synchronismus, also das Kippenlassen um eine Polteilung und Wiederauffangen in der neuen Lage. Eleganter, aber umständlicher ist das Anlassen bei Fremderregung und Umschalten auf Eigenerregung nach dem Einschnappen in den Synchronismus bei dann zwangsweise richtiger Polarität. Alle diese Vorgänge lassen sich mit der beschriebenen Glimmlampenmethode äußerst eindrucksvoll demonstrieren. Auch hierfür sei ein gleichzeitig aufgenommenes Oszillogramm gezeigt (Abb. 9). Verwendet wurde ein vierpoliger Einankerumformer für 4 kW in Dreiphasenschaltung (Firma: vorm. A. Ebert, Dresden) bei Eigenerregung; die Anlaßspannung betrug etwa 35 % der Betriebsspannung. Um die Schwingungsdauer zu erhöhen, wurde das Schwungmoment des Ankers durch Aufsetzen einer Schwungscheibe vergrößert. Auf dem Film gibt der Pfeil die erstrebte synchrone Lage richtiger Polarität an, über die der Anker zunächst kurz hinausschwingt, um dann endgültig in ihr festgehalten zu werden.

[3] Benischke, ETZ 1904, S. 392 und Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 30, S. 177 (1912). Robertson, Electrician Bd. 68, S. 12 (1911). Jasse, Arch. Elektrotechn. Bd. 2, S. 26 (1913).

[4] Linke, ETZ 1915, S. 149. Puppikofer, Bull. Oerlikon 1924, Nr. 40.

Verwendungsmöglichkeit von diesel-elektrischen Lokomotiven[1].

Diesel-elektrische Fahrzeuge zeigen ihre Überlegenheit gegenüber den Dampflokomotiven insbesondere bei hohen Anfahrzugkräften und bei Betrieb mit stark wechselnden Lasten. Sie sind daher besonders für den Verschubdienst geeignet. Will man Dampflokomotiven durch solche mit diesel-elektrischem Antrieb ersetzen, ist es erforderlich, die Betriebsverhältnisse, für welche sie bestimmt sind, vorher genau zu studieren. Bei günstigen Verhältnissen können die Brennstoffersparnisse gegenüber einer Dampflokomotive 65 ··· 75 % betragen, dazu kommt noch der Vorteil der Rauchlosigkeit. Die Anforderungen des Fahrers sind: größte Zuverlässigkeit und einfachste Bedienungsmöglichkeit, möglichst ohne jede Sonderkenntnisse. Die Gesamtbetriebskosten hängen u. a. auch von gesetzlichen Vorschriften ab, weil dort, wo es die örtlichen Gesetze zulassen, der 1-Mann-Dienst eingeführt werden kann. Die Unterhaltungskosten sind bei genügender Aufsicht niedrig, die Lebensdauer des elektrischen Teiles größer als die bei Ausrüstungen mit Fahrdraht oder dritter Schiene. Bezüglich der Lebensdauer der Verbrennungsmaschine bestehen ebenfalls sehr günstige Aussichten. Es ist bemerkenswert, daß für die jährlichen Reparaturkosten einer Dampflokomotive zwei Reserve-Verbrennungsmotoren angeschafft werden können. Das Vorhandensein von Reserveteilen in Verbindung mit leichter Auswechselbarkeit sichert einen ununterbrochenen Betrieb. Auf den Brennstoffverbrauch hat auch der Fahrer Einfluß. So lohnt sich beispielsweise das Abstellen der Maschine bei Aufenthaltszeiten von wenigen Minuten. Die Befürchtung, daß Lokomotiven mit diesel-elektrischem Antrieb bald veralten, ist unbegründet und darf keinen Käufer von der Beschaffung derartiger Ausrüstungen abschrecken. Es ist vielmehr zu erwarten, daß Verbesserungen und Verbilligungen in der Konstruktion der Verbrennungsmaschinen eintreten werden, die sich beim Ersatz für den Besitzer günstig auswirken, da bei keinem anderen Antrieb so leicht ein Teil ausgewechselt werden kann, ohne die Betriebsfähigkeit der anderen Teile irgendwie zu berühren. *H. O.*

[1] Rly. Age Bd. 93, S. 183. Bei der Überlegenheit der Dieselmaschine im Fahrzeugantrieb wurde diese Bezeichnung hier als Sammelbegriff für alle öl-, benzin- usw. getriebenen Elektrolokomotiven gewählt.

Digitized by Google

Zur Frage der rationalen Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre.

Von **J. Wallot**, Berlin.

Übersicht. Es wird auseinandergesetzt, weshalb es zweckmäßig ist, die auf CGS-Einheiten bezogenen Zahlenwertgleichungen in nichtrationaler Form, dagegen die auf praktische Einheiten bezogenen Zahlenwertgleichungen und die Größengleichungen in rationaler Form zu schreiben.

Seit einigen Jahren schon wird bei internationalen Zusammenkünften und in Abhandlungen[1] die Frage erörtert, ob die rationale oder die nichtrationale Schreibung der Gleichungen der Elektrizitätslehre die empfehlenswertere sei. Die Unterscheidung der beiden Schreibungen rührt bekanntlich von Heaviside her; bei rationaler Schreibung steht der Faktor 4π z. B. in den Gesetzen von Coulomb und von Biot und Savart, bei nichtrationaler Schreibung dagegen z. B. in der Poissonschen Gleichung und im Durchflutungsatz (der 1. Maxwellschen Gleichung).

1. Rational geschriebene Gleichungen sind sinnvoller und deshalb leichter verständlich als nichtrational geschriebene. Auch der Kundige empfindet den Faktor 4π, der bei nichtrationaler Schreibung jedesmal an der verkehrten Stelle auftaucht, als etwas Störendes. Das Streben nach Rationalisierung ist daher begründet.

Es handelt sich jedoch dabei mehr um eine Frage der Ästhetik der Gleichungen. Kennzeichnenderweise wird deshalb die rücksichtslose Rationalisierung aller Gleichungen der Elektrizitätslehre nur von einigen wenigen Theoretikern gefordert. Nur wer höchstens ausnahmsweise einmal gezwungen ist, eine Größe auch zahlenmäßig auszurechnen, darf sich über die leider unbestreitbare Tatsache hinwegsetzen, daß die Schreibweise der Gleichungen einen bestimmenden Einfluß auf die Definition der Einheiten und Maßsysteme hat.

Der mehr praktisch Eingestellte wird sich hüten, der Frage der Rationalisierung eine entscheidende Stellung einzuräumen. Er wird die Rationalisierung gerne hinnehmen, wenn er sie billig haben kann; er wird sie aber unbedenklich opfern, wenn sie Unbequemlichkeiten mit sich bringt.

Daß die Einführung rationaler Schreibweise mit großen Unbequemlichkeiten verbunden sein kann, ist von den rationalen Lorentzschen Maßsystemen her allgemein bekannt. Die Lorentzschen Einheiten unterscheiden sich von den üblichen elektrostatischen und elektromagnetischen um irrationale, unrunde Zahlenfaktoren; einen so unbequemen Einheitenwechsel will aber mit Recht niemand auf sich nehmen.

An jede Rationalisierung muß man daher in erster Linie die Forderung stellen, daß sie nicht zu einer vollständigen Umwälzung des Systems der Einheiten führt. Mit der Annahme dieser Forderung fallen die Lorentzschen Systeme; die folgenden Ausführungen beziehen sich deshalb nur auf die „gebräuchlichen" absoluten CGS-Systeme und auf „das praktische System".

Hier wird man vielleicht einwenden, daß eine scharfe Scheidung zwischen absoluten und praktischen Systemen heute nicht mehr gerechtfertigt sei, da ja die „internationalen" Einheiten abgeschafft werden sollen[2], so daß in Zukunft die Einheiten Ampere, Ohm usw. neben den elektrostatischen und elektromagnetischen CGS-Einheiten nur noch eine Untergruppe der Hauptgruppe der absoluten Einheiten bilden werden. Dies ist richtig: Die Einheiten Ampere, Ohm usw. sollen in Zukunft wie die elektromagnetischen aus dem Zentimeter, dem Gramm, der Sekunde und der Permeabilität des leeren Raums (der „Induktionskonstante"[3]) hergeleitet werden. Der Beschluß, die internationalen Einheiten abzuschaffen, hat aber meßtechnische Gründe; er wird lediglich zur Folge haben, daß die Einheiten Ampere, Ohm usw. in Zukunft um fünf oder noch weniger Zehntausendstel größer sein werden als bisher. Es scheint mir daher nicht gerechtfertigt, auch die absolut definierten Einheiten Ampere, Ohm usw. als „praktische" Einheiten zu bezeichnen. Die „internationalen" Einheiten werden verschwinden; aber die absolut definierten „praktischen" Einheiten werden auch in Zukunft das Gegenstück bilden zu den (ebenfalls absolut definierten) elektrostatischen oder elektromagnetischen CGS-Einheiten.

2. Überblickt man nun die Grundgleichungen der Elektrizitätslehre, so überzeugt man sich leicht, daß glücklicherweise nur ein Teil von ihnen durch die Rationalisierung überhaupt betroffen wird. In den betroffenen Gleichungen kommt eine bestimmte Gruppe von Größen vor, die ich kurz die 4π-Größen nennen möchte[4]. Zu diesen gehören vor allem die absolute Dielektrizitätskonstante, die absolute Permeabilität, die elektrische Verschiebung, die magnetische Feldstärke und das magnetische Moment; eine kleine Zahl weiterer 4π-Größen wird in der Elektrotechnik seltener benutzt. Alle Gleichungen[5], in denen keine 4π-Größen enthalten sind, werden durch die Rationalisierung überhaupt nicht berührt; sie lauten bei rationaler Schreibweise genau so wie bei nichtrationaler. Dabei ist es von besonderer Wichtigkeit, daß die gegen Rationalisierung invarianten Gleichungen gerade die für die Anwendungen der Elektrizitätslehre wichtigsten sind; vor allem gehören dazu das Ohmsche Gesetz und die Kirchhoffschen Regeln für konstante oder beliebig veränderliche Ströme.

Nun sind in der Elektrizitätslehre vier Grundgrößen und Grundeinheiten nötig[6]. Behält man cm, g und s bei, bleibt man also zunächst beim CGS-System, so kann man noch eine weitere Grundeinheit willkürlich wählen. Wählt man als vierte Grundeinheit beispielsweise die elektrostatische Einheit der Stromstärke, also diejenige Elektrizitätsmenge, die auf die ihr gleiche aus 1 cm Entfernung im leeren Raum eine Kraft von 1 dyn ausübt, so ändern sich nach dem Gesagten die Zahlenwerte nur bei den 4π-Größen. Wählt man dagegen als vierte Grundgröße eine 4π-Größe, z. B. die absolute Dielektrizitätskonstante oder die absolute Permeabilität, und setzt man ihre Zahlenwerte so fest, daß sie mit den Zahlenwerten der gewöhnlichen nichtrationalen Systeme übereinstimmen, so hat dies naturgemäß zur Folge, daß die Zahlenwerte fast aller Größen völlig umgestürzt werden. Lorentz ist diesen zweiten Weg gegangen; deshalb ist sein System für den Praktiker unbrauchbar.

Sollen wir nun unter Vermeidung des beim Lorentzschen System gemachten Fehlers die CGS-Systeme doch noch rationalisieren?[7] Die Antwort hierauf kann nur ein Nein sein. Wir leiden nicht an einer zu geringen, sondern an einer zu großen Zahl von Einheiten; Rationalisierung bei den CGS-Einheiten hieße aber zwar nicht für alle Größen, aber wenigstens für sämtliche 4π-Größen neue Einheiten schaffen und dementsprechend Gewöhnung an neue Zahlenwerte fordern. Es wäre sinnlos, dies auf sich zu nehmen nur um der Schönheit der Gleichungen willen. Es ist also die Rücksicht auf den Gebrauch, die uns veranlaßt, die Rationalisierung bei den CGS-Einheiten in jeder Form abzulehnen.

3. Derselbe Zweckmäßigkeitsgrund führt uns aber dazu, in ebenso bestimmter Weise für die praktischen Einheiten die Rationalisierung zu fordern. Wenn wir dies tun, sind wir weder „Mystiker", wie Herr Blondel[8] meint, noch haben wir ein Interesse daran, den Unterschied zwischen den CGS- und den praktischen Einheiten mit allen Mitteln möglichst groß zu halten; sondern wir glauben, mehr als die Gegner der Rationalisierung mit der Wirklichkeit zu rechnen. Vor allem rechnen wir mit der Tatsache, daß die meisten Forscher und Ingenieure, die sich auch für die 4π-Größen der praktischen Einheiten bedienen, die zugehörigen Gleichungen fast ausnahmslos rational schreiben. Da dies der Kern der ganzen Meinungsverschiedenheit ist, möchte ich etwas genauer und in möglichst leicht verständlicher Form darauf eingehen.

---

[1] Vgl. z. B. A. E. Kennelly, Proc. Amer. Philos. Soc. Bd. 70, Nr. 2 (1931).

[2] Procès Verbaux des Séances du Comité International des Poids et Mesures (2) Bd. 13 (1929); Bd. 14 (1931).

[3] ETZ 1930, S. 625.

[4] Das Umgekehrte ist nicht in allen Fällen richtig; es gibt einige wenige Gleichungen, in denen 4π-Größen vorkommen, ohne daß sie von der Rationalisierung betroffen würden, z. B. die Gleichungen $\mathfrak{B} = \mu\mathfrak{H}$, $\nu = 1/\nu_0\mu$, $\mathfrak{M} = \mathfrak{m}\mathfrak{H}$.

[5] Ich betone das Wort „Gleichungen"; die Einheiten der Größen, die keine 4π-Größen sind, können durch die Rationalisierung recht wohl berührt werden, vgl. unten.

[6] Vgl. z. B. J. Sudria, Les unités électriques (mit Vorwort von A. Blondel). Verlag Vuibert, Paris 1932.

[7] Diese Art der Rationalisierung wird neuerdings häufig „Subrationalisierung" genannt.

[8] A. Blondel, Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 71 (1932).

Digitized by Google

Die praktischen Einheiten A, V, Ω, C, F, H, W, J stehen bekanntlich mit den zugehörigen elektromagnetischen CGS-Einheiten durch Beziehungen in Verbindung, die mit der Zahl 4π nichts zu tun haben. Die Stromstärke, die Spannung (samt dem magnetischen Fluß), der Widerstand, die Elektrizitätsmenge, die Kapazität, die Induktivität, die Leistung, die Energie werden daher durch die Rationalisierung überhaupt nicht betroffen. Aber auch von den 4π-Größen kann ein Teil außer Betracht bleiben; denn z. B. die elektrische Verschiebung und das magnetische Moment werden, wenn überhaupt, fast immer in absoluten Einheiten angegeben. Wir werden daher in der Hauptsache nur die absolute Dielektrizitätskonstante, die absolute Permeabilität und die magnetische Feldstärke zu untersuchen haben.

Für die dimensionierten Konstanten der Coulombschen Gesetze, die „Verschiebungskonstante" Δ und die „Induktionskonstante" Π[*)] findet man in der deutschen Literatur so gut wie ausschließlich die Angaben

$$\Delta = 0{,}886 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{F/cm} \text{ und } \Pi = 1{,}256 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{H/cm} \qquad (1)$$

(bezogen auf internationale Einheiten).

Ein Luftkondensator von $F = 1257\ \mathrm{cm^2}$ Fläche und $a = 0{,}1$ cm Abstand seiner Belegungen hat nach der bekannten Zahlenwertgleichung des elektrostatischen CGS-Systems

$$C = \Delta \frac{F}{4\pi a} \qquad (2)$$

die Kapazität

$$C = 1 \cdot \frac{1257}{4\pi \cdot 0{,}1} = 1000 \text{ elektrost. Kapazitätseinheiten} = 1{,}113 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{F}. \qquad (3)$$

Rechnet man aber auch mit praktischen Einheiten nach der nichtrationalen Zahlenwertgleichung (2), so erhält man mit (1)

$$C = \frac{0{,}886 \cdot 10^{-13} \cdot 1257}{4\pi \cdot 0{,}1} = 0{,}886 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{F},$$

also einen 4π mal zu kleinen Wert. Der richtige Wert in Gl. (3) ergibt sich nur mit der rationalen geschriebenen Zahlenwertgleichung

$$C = \Delta \frac{F}{a}. \qquad (4)$$

Entsprechend hat eine Ringspule von $F = 5\ \mathrm{cm^2}$ Querschnitt und $l = 20$ cm Länge des mittleren Kraftlinienwegs bei $w = 565$ Windungen nach der bekannten Zahlenwertgleichung des elektromagnetischen CGS-Systems

$$L = 4\pi \Pi w^2 \frac{F}{l} \qquad (5)$$

die Induktivität

$$L = 4\pi \cdot 1 \cdot (565)^2 \cdot \frac{5}{20} = 10^6 \text{ elektromagn. Induktivitätseinheiten} = 1\ \mathrm{mH}. \qquad (6)$$

Rechnet man aber auch mit praktischen Einheiten nach der nichtrationalen Zahlenwertgleichung (5), so erhält man mit (1)

$$L = 4\pi \cdot 1{,}256 \cdot 10^{-8} \cdot (565)^2 \cdot \frac{5}{20} = 12{,}57\ \mathrm{mH},$$

also einen 4π mal zu großen Wert. Der richtige Wert ergibt sich nur mit der rationalen geschriebenen Gleichung

$$L = \Pi w^2 \frac{F}{l}. \qquad (7)$$

Natürlich könnte man an Stelle von (1) auch

$$\Delta = 1{,}113 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{F/cm} \text{ und } \Pi = 10^{-9}\ \mathrm{H/cm} \qquad (8)$$

setzen. Die Gl. (8) sind aber völlig unvereinbar mit den Gl. (1), und die Verwendung beider Gleichungspaare nebeneinander würde zu einer ungeheuren Verwirrung führen.

Ähnlich ist es bei der magnetischen Feldstärke. Wird die Wicklung der soeben betrachteten Ringspule von einem Strom I von 71 Milliampere durchflossen, so entsteht nach dem Sprachgebrauch wohl der ganzen elektrotechnischen Welt eine magnetische Feldstärke von

$$\frac{565 \cdot 0{,}071}{20} = 2 \text{ Amperewindungen je cm}$$

und nicht von 8π Amperewindungen je cm, wie es sich aus der Schreibweise

$$H = 4\pi \frac{w I}{l} \qquad (9)$$

ergäbe. Auch hier steht also die nichtrationale Schreibweise in Widerspruch mit einem Brauch, der sich nicht anzweifeln läßt.

Um diese Widersprüche zu mildern, hat Herr Blondel[10] vorgeschlagen, statt der Einheiten die Benennungen zu rationalisieren, also z. B. wI „magnetische Erregung", $4\pi wI$ „magnetomotorische Kraft", wI/l „Gefälle der magnetischen Erregung" und nur $4\pi wI/l$ „magnetische Feldstärke" zu nennen. In meinem Beispiel würde man also sagen: In der Spule entsteht ein Gefälle der Erregung von 2 Amperewindungen je cm, dagegen eine magnetische Feldstärke von 8π Amperewindungen je cm. Aber abgesehen davon, daß hierdurch in allen Sprachen neue Fachausdrücke nötig würden, wird dem Elektrotechniker durch diese Umbenennung gar nicht geholfen. Er hat nichts davon, sagen zu dürfen: „Das Gefälle der Erregung beträgt 2 Amperewindungen je cm"; das verwirrende Nebeneinanderbestehen der beiden Ausdrucksweisen: „Die Feldstärke beträgt 2 Amperewindungen je cm" und „Die Feldstärke beträgt 8π Amperewindungen je cm" wird durch den Vorschlag nicht aus der Welt geschafft.

Man sieht also: Wer bei Benutzung praktischer Einheiten die Gleichungen nichtrational schreiben will, fordert, daß neben eine in der Elektrotechnik eingebürgerte Ausdrucksweise eine neue tritt, die mit ihr unvereinbar ist.

4. Merkwürdigerweise sind ja nun aber die Gegner der Rationalisierung der Meinung, daß gerade durch die Rationalisierung Schwierigkeiten entstünden. Vielleicht beurteile ich die Dinge zu sehr vom Standpunkt der deutschen Gebräuche. Bis jetzt ist jedoch bei uns nichts Näheres bekannt geworden über den Umfang, in welchem im Ausland praktische Einheiten in Verbindung mit nichtrationaler Schreibung eingeführt sind.

Von einem nennenswerten Gebrauch praktischer Einheiten in Verbindung mit nichtrationaler Schreibung in Deutschland kann keine Rede sein. Dagegen glaube ich feststellen zu dürfen, daß bereits heute mindestens die Hälfte aller Professoren der Elektrotechnik und ein ansehnlicher Teil der Professoren der Physik an deutschen Technischen Hochschulen und Universitäten in ihrem Unterricht praktische Einheiten bei rationaler Schreibung verwenden. Entstünde durch diese Schreibung, wie behauptet wird, Verwirrung, so müßte man dies längst bemerkt haben. In Wirklichkeit macht man die entgegengesetzte Erfahrung: Der Gebrauch rationaler praktischer Einheiten wird von den jungen Fachgenossen geradezu als Erlösung empfunden, und am Schlusse jedes Semesters verläßt eine Schar überzeugter neuer Anhänger der rationalen praktischen Einheiten die Hochschule. Es gibt auch bereits eine Reihe von deutschen Lehrbüchern, in denen die rationale Schreibung durchgeführt ist; ich erwähne nur die einführenden Werke von Küpfmüller, Mie, Pohl (3. Aufl.), Thomälen (10. Aufl.)[11].

5. Meine Ausführungen wären unvollständig, wenn ich nicht noch kurz auf die Schreibung der Größengleichungen[12] einginge. Die Größengleichungen stellen eine Gleichungsart neben den Zahlenwertgleichungen dar; ihre Form kann daher unabhängig von der der Zahlenwertgleichungen festgelegt werden. Obgleich es zur Zeit ihrer Einführung noch keinen Gebrauch geben konnte, hat sich der AEF entschlossen, sie rational zu schreiben, und zwar aus folgenden Gründen.

Die Größengleichungen bieten — abgesehen von mehr theoretischen Vorzügen — vor allem den praktischen Vorteil, daß sie ein automatisches Rechnen mit Einheitensymbolen gestatten. Nun gibt es aber auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre ein System brauchbarer Einheitensymbole nur bei den praktischen Einheiten: A, Ω, V usw. Bei den absoluten Einheiten dagegen gibt es wohl auch das Gauß, Örsted, Maxwell, Gilbert; aber gerade für die wichtigsten Größen Stromstärke, Widerstand, Spannung usw. fehlen die Symbole, wenn wir von den mehr behelfsmäßigen Symbolen absehen, die der AEF in seinem Satz 14 eingeführt hat. Die Erleichterungen, die das Rechnen mit Größengleichungen gewährt, können daher vor allem bei den praktischen Einheiten ausgenutzt werden.

*) Diese Bezeichnungen sind vom AEF vorgeschlagen, wenn auch noch nicht endgültig angenommen.

[10] Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 771 u. 814 (1931).

[11] K. Küpfmüller, Einführung in die theoretische Elektrotechnik, Verlag Julius Springer, Berlin 1932; G. Mie, Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus, Verlag Enke, Stuttgart 1910; R. W. Pohl, Einführung in die Elektrizitätslehre, Verlag Julius Springer, Berlin 1931; Thomalen, Kurzes Lehrbuch d. Elektrotechnik, Verlag Julius Springer, Berlin 1929.

[12] Veröffentlichungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF): ETZ 1930, S. 586 u. 622; 1932, S. 114.

Digitized by Google

Schreiben wir nun beispielsweise die Größengleichung für die magnetische Feldstärke im Kern einer Ringspule in der Form

$$H = 4\pi \frac{w\,I}{l},$$

was an sich möglich wäre, und hielten wir entsprechend dem unter 3 Gesagten daran fest, daß der Zahlenwert der Feldstärke bezogen auf praktische Einheiten $H/[H]_{\text{prakt.}}$ gleich dem Zahlenwert der Amperewindungen je Längeneinheit sein soll:

$$\frac{H}{[H]_{\text{prakt.}}} = \frac{w\,I/\text{A}}{l/\text{cm}},$$

so würde aus diesen beiden Gleichungen zusammen notwendig die Gleichung

$$[H]_{\text{prakt.}} = \frac{1}{4\pi}\,\frac{\text{A}}{\text{cm}}$$

folgen; d. h. dann wäre nicht A/cm, sondern der 4π. Teil davon die praktische Einheit der magnetischen Feldstärke. Diese wäre auf A und cm nicht „abgestimmt"; man hätte für zwei Größen gleicher Dimension, nämlich die magnetische Feldstärke und beispielsweise den Strombelag, verschiedene praktische Einheiten. Das wäre zwar kein unüberwindliches Hindernis, aber doch eine Quelle von Irrtümern, und der AEF hat es daher für nötig gehalten, durch die rationale Schreibung der Größengleichungen diese Quelle zu verstopfen.

Dabei ist er sich natürlich bewußt, daß die Schwierigkeit, die er bei den praktischen Einheiten beseitigt hat, nunmehr bei den absoluten neu auftritt: Diese sind nicht mehr abgestimmt. Das ist aber das kleinere Übel. Denn noch niemals wohl hat jemand einen Zweifel gehabt, mit welchen Zahlenwerten er die Dielekrizitätskonstante oder die Permeabilität in die Gleichungen der absoluten Systeme einzusetzen habe, und es nimmt niemand daran Anstoß, daß

$$\text{Örsted} = \frac{10}{4\pi}\,\frac{\text{A}}{\text{cm}} = \frac{1}{4\pi}\,\frac{[I]_m}{\text{cm}}.$$

Im übrigen ist das Rechnen mit den Symbolen $[I]_m$ usw. so wenig eingeführt, daß man darauf keine besondere Rücksicht zu nehmen braucht.

Es ist außerdem ein Leichtes, Irrtümer so gut wie vollständig auszuschließen; man braucht nur die Umrechnungsblätter[13] zu benutzen, die ich vor 10 Jahren empfohlen habe. Nimmt man bei jeder Umrechnung nach diesen Blättern den Weg grundsätzlich über die praktischen Einheiten, so sind Fehler unmöglich. Denn die Blätter sind so eingerichtet, daß der Benutzer gar nicht in die Versuchung kommt, absolute Einheiten aufeinander zu beziehen.

Wenn die Größengleichungen bei rationaler Schreibung sinnvoller werden, d. h. wenn die Zahl π dann beim Kreis, beim Zylinder und bei der Kugel, aber nicht bei der geraden Linie, der Ebene und dem Würfel auftritt, so ist dies eine Beigabe, für die wir um so dankbarer sind, als die Größengleichungen ja den Anspruch erheben, auch in jeder anderen Hinsicht die vollkommenste Gleichungsform zu sein.

Blickt man zurück auf die geschichtliche Entwicklung der Frage der Rationalisierung, so hat man den Eindruck, daß der Gedanke Heavisides zu früh auf die Welt gekommen ist. Solange die Physik an dem Glaubenssatze festhielt, alle Größen könnten auf nur drei Grundeinheiten bezogen werden, war für eine vernünftige Rationalisierung kein Platz. Wenn es trotzdem in den letzten drei Jahrzehnten möglich gewesen ist, der rationalen Schreibung wenigstens auf den Gebieten der praktischen Einheiten und der Größengleichungen Geltung zu verschaffen, so verdanken wir dies in erster Linie dem treffsicheren Instinkt der Elektrotechniker, die schon vor vielen Jahren erkannt haben, daß die praktischen Einheiten vor den magnetischen Größen nicht Halt zu machen brauchen. Was damals eine Kühnheit war, die der „Sanktionierung" bedurfte[14], ist heute Allgemeingut der Elektrotechnik und weiter Kreise der Physik; der Versuch, es rückgängig zu machen, wäre ein aussichtloses Beginnen.

[13] J. Wallot, ETZ 1922, S. 1329 u. 1381. Die Blätter können beim Elektrotechnischen Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, II angefordert werden.

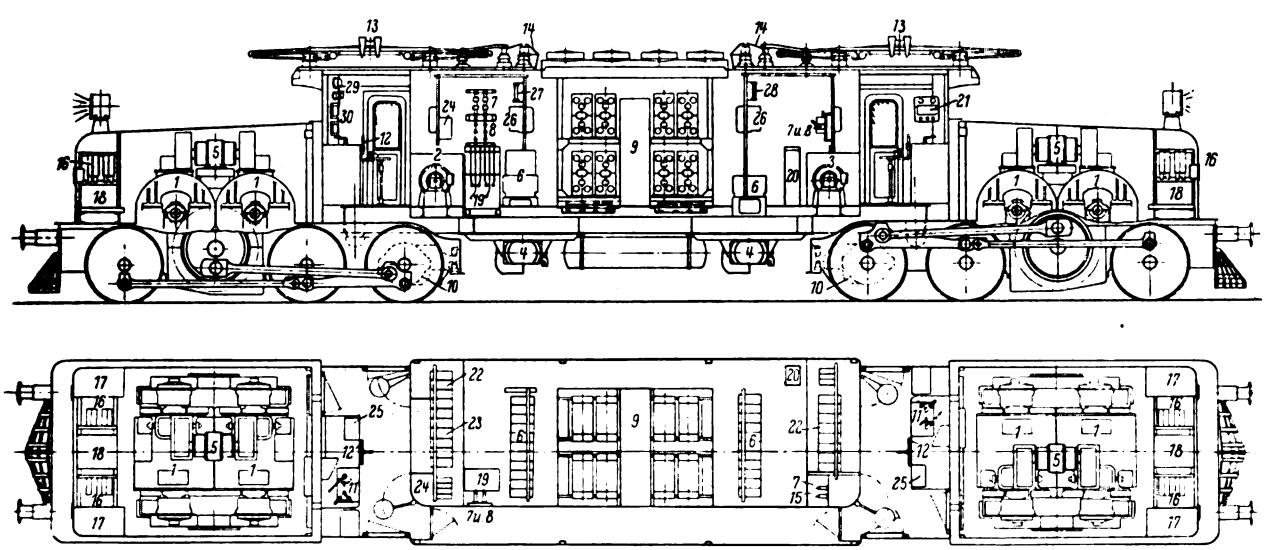
[14] F. Emde, ETZ 1904, S. 432.

Betriebsergebnisse der elektrischen Linien der indischen Peninsulabahn.

Über die Elektrisierung der Great-Indian-Peninsulabahn ist hier mehrfach berichtet worden[1]. Nunmehr teilt Lyndall Näheres über die Betriebserfahrungen dieser Bahn mit[2], worüber wir auszugsweise einiges wiedergeben. Die Fahrleitungen litten in der ersten Betriebszeit durch die großen indischen Krähen, die mit Vorliebe ihre Nester an den

[1] ETZ 1925, S. 1120 u. 1704; 1926, S. 623 u. 1269; 1928, S. 619 u. 727; 1930, S. 1135.

[2] J. Instn. electr. Engr. Bd. 71, S. 911 (1932)

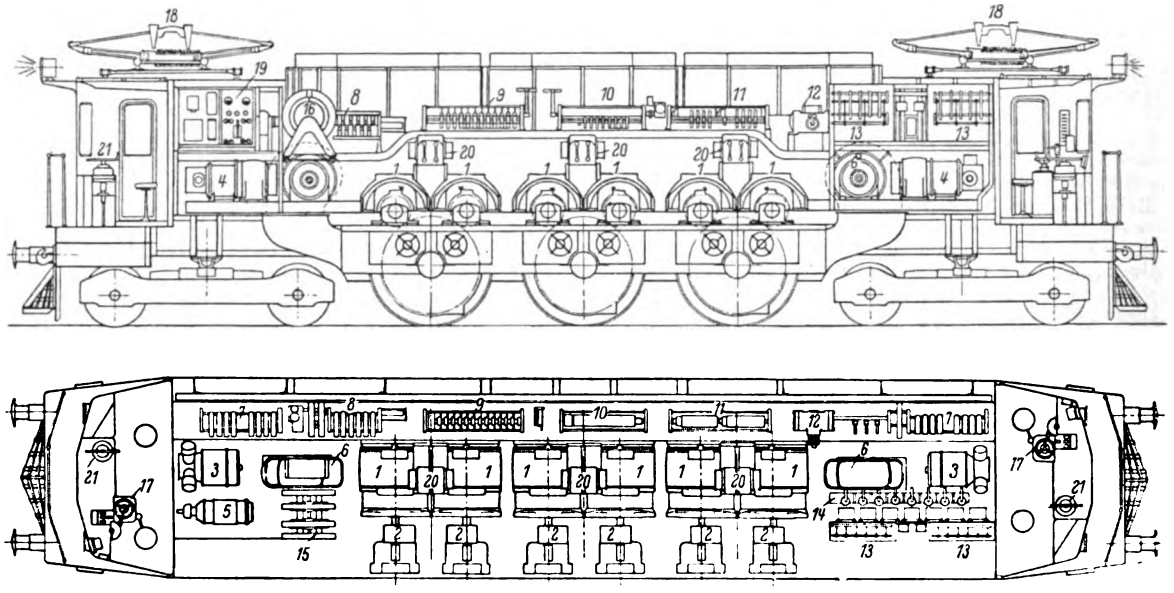


1 Fahrmotoren
2 Lüfter- und Generatorgruppe
3 Lüfter
4 Luftpresser
5 Lüftersatz für 1
6 Nockenfahrschalter
7 Haupttrennschalter
8 Trennschalter für Nebenkreise
9 Hauptwiderstände
10 Achsdynamo
11 Hauptfahrschalter
12 Handbremse
13 Stromabnehmer
14 Blitzschutz
15 Trennschalter für 13
16 Feldschwächschalter
17 Feldnebenschlüsse
18 Fahrtwender
19 Hochspannungsicherungen
20 desgl.
21 Lichtschalttafel
22 Motorabschalter
23 Relais
24 Schaltwächter für Hochspannungskreis
25 Selbstschalter für Lüfter
26 Widerstandschütze
27 Relais-Vorschaltwiderstand
28 Widerstand zum Hauptschalter
29 Spannungsmesser und Meßgeräte
30 Strommesser

Abb. 1. C-C-Güterzuglokomotive.

Digitized by Google

Isolatoren bauten und sich scharenweise auf der Leitung niederließen. Kurzschlüsse waren daher häufig und konnten auf ein erträgliches Maß hauptsächlich durch den Anbau einladender Nesthäuschen an den Masten herabgemindert werden. Besondere Störungen durch das feuchtwarme Tropenklima und Korrosionserscheinungen machten sich in zweijährigem Betriebe nicht bemerkbar. Störende Funkenbildung an den Stromabnehmern führten zu Versuchen mit der Abnahme von Strömen bis zu 1000 A nur 3 kg/1000 Lok-km ist. Ausgezeichnet war das Verhalten der Getriebezahnräder, ebenso das Arbeiten der Nutzbremsung. Auf der 27 ‰-Rampe beim Erklimmen der Ghat-Hochebene werden 1000 t-Züge von je 1 Lokomotive vorn und hinten befördert. Hierbei kann sich der Führer der Schiebelokomotive lediglich durch Beobachten von Volt-, Ampere-Messer und Bremsmanometer von der augenblicklichen Führung der Zugmaschine überzeugen. Gelegentliche Brüche von Zugstangen und Kupplungen durch unge-



1 Fahrmotoren
2 Vorgelege
3 Luftpresser mit Motor
4 Lüftersatz
5 Motorgenerator
6 Lüftersatz für *1*
7 Nockenfahrschalter
8 Gruppenschalter
9 Gruppenabschalter
10 Fahrtwender
11 Unterbrechungsschalter
12 elektropneumatischer Schalter
13 Hochspannungsicherungen
14 Schütze
15 Hauptschalter
16 selbsttätiger Schalter
17 Hauptfahrschalter
18 Stromabnehmer
19 Schaltbrett
20 Feldnebenschlüsse
21 Handbremse

Abb. 2. 2 Co 2-Personenzuglokomotive von BBC.

je Stromabnehmer bei 1500 V und Geschwindigkeiten bis zu 130 km/h, mit Anpreßdrücken bis zu 12,7 kg an Stelle des Normaldrucks von 11 kg. Nach Änderung einiger Einzelheiten an den Schlagstellen ist heute eine genügend funkenfreie Stromabnahme erreicht. Die Traggerüste werden seitens der Führer bei einiger Gewöhnung nicht mehr als Sichtbehinderung der Signale empfunden.

Die 53 Triebwagen der Bombayer Vorortlinien, jeder mit 4 Motoren je 279 PS/h bei 1500 V und mit elektropneumatischer Mehrfachsteuerung ausgerüstet, mußten wegen der Möglichkeit, durch Flutwasser zu fahren, mit wasserdicht abschließbaren Motorgehäusen versehen werden. Es wurden an den üblichen Luftein- und -austrittsstutzen der selbstlüftenden Motoren Drehschieber angebracht, die bedarfsweise durch Handgestänge geschlossen werden. Da es indessen schon an sich nicht möglich ist, mit größerer Geschwindigkeit durch das Flutwasser zu fahren, wurden bei den letzten 15 Motorwagen diese Verschlußeinrichtungen nicht mehr angebracht. In den ersten 8 Monaten von 1931 zeigten sich zumeist Ankerfehler, einer durch eine gebrochene Welle verursacht. Die größten Unannehmlichkeiten verursachten jedoch die Zahnräder französischer und kontinentaler Herkunft. Bewährt haben sich schließlich große Räder aus „Non Brit" NiCr-Stahl englischer Herkunft, mit Maagverzahnung und folgender Zusammensetzung: C = 0,38, Mn = 0,35, Si = 0,24, P = 0,022, S = 0,028, Ni = 2,64, Cr = 1,20, die mit NiCr-Stahl-Ritzeln mit: C = 0,35, Mn = 0,35, Si = 0,30, Ni = 5,30, Cr = 1,20 % zufriedenstellend zusammen arbeiten.

Die 41 Güterzug-Lokomotiven (Abb. 1) zeigten in 3 Jahren nur 4 Motordefekte. Hingegen stellten sich zuerst viele Heißläufer an den Blindwellenlagern ein, die zu Beschädigungen der Weißmetallschalen führten. Als Ursache stellte sich heraus, daß bei ganzgefüllten Ölgefäßen diese das Lager so mit Öl überfluteten, daß dieses in den Getriebeschutzkasten ablief, statt in die Ölleitung zurückzufließen. Ein Ölverbrauch von 5,6 kg/1000 Lok-km war die Folge. Nach vielen Versuchen wurde in den Ölzuflußleitungen eine kleine Einrichtung angebracht, die bei ganzgefülltem Gefäß die Ölzufuhr zu den Lagern drosselt (Öldruckminderung), so daß jetzt der Ölverbrauch nügendes Zusammenarbeiten waren daher nicht zu vermeiden. Eine augenblickliche Schutzmaßnahme ist das Verbot des Fahrens in reiner Parallelschaltung der Motoren (über 29 km/h auf den Steigungen), eine Maßnahme, die sich auch hinsichtlich der Belastung des Dampfkraftwerks Kalyan günstig auswirkt.

Zahlentafel 1. Betriebsergebnisse der elektrischen Linien der indischen Peninsulabahn.

Zahl und Gattung	41 Güterz.	1 Personenz.	1 Personenz.	1 Personenz.
Achsanordnung	C + C	2 C_0 1	2 C_0 1	2 C_0 2
Hersteller: elektr. Teil	Metrovick	Metrovick	BBC	GE
mechan. Teil	10 Winterthur 31 Vulkan Foundry	Winterthur	Hawthorne, Leslie & Co. London	
Gesamtgewicht t	125	104,7	112,8	116
Reibgewicht t	125	63,9	58,5	63
Gewicht, elektrisch t	50,3	38,1	45,7	45,3
„ mechanisch t	74,7	66,6	67,1	70,7
Treibrad-Dmr. m	1,220	1,600	1,750	1,875
Länge über Puffer m	20,1	16,3	17,1	17,1
größte Kastenbreite m	3,05	3,05	3,05	3,05
Höhe SO. bis Tieflage Stromabnehmer m	4,42	4,37	4,37	4,42
Motorzahl u. -leistg. PSh	4 × 658	6 × 365	6 × 375	6 × 380
Zahnradübersetzung	33 : 137	32:58 + 48:97	38 : 123	23 : 86
Anfahrzugkraft kg	37 400	10 900	10 900	10 900
Stunden- bzw. Höchstgeschwindigkeit km/h	56/73	58/136	58/136	58/136
Steuerung	elektropneum.	elektropneum.	Nockenwelle	elektropneum.
Gewicht d. gußeisernen Widerstände kg	3210	4700	2940	1765

Die 3 Personenzug-Lokomotiven (Abb. 2), deren Daten die Zahlentafel 1 zeigt, wiesen nur geringfügige Mängel auf. Abgesehen von der ungeeigneten Bauart der Blitzschutzeinrichtung, die bei dem seltenen Auftreten von Gewittern in dortiger Gegend unwesentlich ist, und einigen Rundfeuerbeschädigungen an den Hauptmotor-Stromwendern, waren es hauptsächlich Mängel bezüglich der Schmierung der Gelenke an den Stromabnehmergestellen und der Mangel geeigneter Fette für die Kolben-Lederstulpen an den Preßluft-Hebevorrichtungen,

Digitized by Google

die zu Anständen Anlaß gaben. Der Universalantrieb „Winterthur" auf der 2 Co 1-Metrovick-Lokomotive[3] hat sich ausgezeichnet bewährt.

Sämtliche Lokomotiven haben je 3 Dauerfahrstufen in Reihe, Reihe-Parallel- und Parallel-Stellung. Die Motoren haben Ankerlüftung in Verbindung mit Fremdlüftern, u. zw. hat die C-C-Lokomotive je 1 besonderes Gebläse für jeden Motor, die P-Lokomotiven hingegen je 2 Gebläse/Lok. Ein Motorgenerator, 2 kW, 1400/50 V, speist in Verbindung mit einer Akkubatterie von 24 Zellen, 90 ··· 100 Ah bei 4 h Entladung, die Nebenbetriebe, Steuer- und Lichtstromkreise. *Mal.*

[3] ETZ 1928, S. 727.

Anheizen und Regeln von Spitzenkesseln für Elektrizitätswerke.

Von Dipl.-Ing. **E. Praetorius**, Berlin.

Übersicht. Nach Besprechung der betriebstechnischen Anforderungen an Spitzenkessel werden die Mittel zur Verkürzung der Anheizzeit und die Anheiz- und Einlaufzeiten neuzeitlicher Dampfkessel behandelt. — Ferner werden das Warmhalten von Dampfkesseln in den Betriebspausen und Mittel zur Anpassung an Belastungsschwankungen sowie das Vermeiden von Aufschäumen und Spucken und die wirtschaftliche Spitzendeckung durch Kessel erörtert.

Von den vielen Vorschlägen, die in der Spitzenkrafttagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel 1927 gemacht worden sind[1], sind die meisten in der Praxis erprobt worden, u. zw. fast durchweg mit gutem Erfolg. Daß sich bisher weder Ruthsspeicher, noch Gleichdruckspeicher, noch Dieselkraftwerke oder Pumpspeicherwerke als die wirtschaftlichsten Mittel zur Spitzendeckung in jedem Fall erwiesen haben, sondern daß bald diesem, bald jenem Betriebsmittel aus wirtschaftlichen Gründen der Vorzug gegeben worden ist, beweist nichts gegen die Zweckmäßigkeit dieser Anlagen; man kann eben kein allgemeines Werturteil über Güte oder Wirtschaftlichkeit eines Verfahrens fällen. Aufgabe der Betriebsleitung ist es, für die eigene Anlage das Verfahren auszuwählen, das die höchste Wirtschaftlichkeit ergibt.

In den letzten Jahren hat die Elastizität und die Überlastbarkeit von Dampfkesseln immer mehr an Bedeutung gewonnen. Da im allgemeinen die Spitzen in Kraftwerken nicht mehr als 30 % betragen und neuzeitliche Kessel längere Zeit unbedenklich mit 30 % Überlast und mehr arbeiten können, so ist es in vielen Fällen durchaus möglich und auch wirtschaftlich gerechtfertigt, die Spitzen mit der Kesselanlage allein (d. h. ohne Benutzung von Speichern) zu decken. Voraussetzung hierfür ist, daß die Kessel alle Eigenschaften haben, die zu einer betriebstechnisch einwandfreien und wirtschaftlichen Spitzendeckung erforderlich sind.

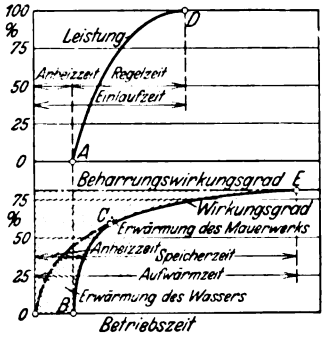
An Kessel, die zur Spitzendeckung und als Momentanreserve verwendet werden sollen, sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Kurze Anheizzeit vom kalten und angewärmten Zustand;
2. hohe Anpassungsfähigkeit an alle Belastungschwankungen;
3. hohe Überlastbarkeit über längere Zeit;
4. geringe Wärmeverluste während der Stillstandzeit;
5. flacher Wirkungsgradverlauf, d. h. hohe Wirkungsgrade bei allen Teillasten;
6. geringe Wärmeverluste durch Belastungschwankungen;
7. Erzeugung trockenen Dampfes bei allen Belastungen und Vermeidung von Spucken und Aufschäumen der Kessel bei plötzlichen Belastungstößen.

A. Anheizen, Einlaufen und Aufwärmen von Kesseln.

Unmittelbar nach dem Anheizen ist ein Kessel weder im Beharrungszustand noch voll leistungsfähig. In der Anheizzeit wird keine Wärme unmittelbar, d.h. in Form von Dampf, nutzbar gemacht. Wirkungsgrad und Leistung sind also während des Anheizens gleich Null. Dann steigen beide zuerst sehr schnell an, wie Abb. 1 zeigt. Die Zeit, bis der Kessel die gewünschte Leistung erreicht, hängt in erster Linie von seiner Anpassungsfähigkeit ab. Man bezeichnet sie gemeinhin mit Regelzeit, während die Gesamtzeit vom Beginn des Anheizens bis zum Erreichen der Normallast Einlaufzeit genannt werden soll.

Während aber die Regelzeit bei den meisten neuzeitlichen Feuerungen nur wenige Minuten dauert, ist die Zeit bis zum Erreichen des Beharrungszustandes vielfach weit länger. Wir nennen diesen Zeitabschnitt, da in ihm große Wärmemengen im Kesselwasser, im Mauerwerk usw. aufgespeichert werden, Speicherzeit und die Gesamtzeit vom Beginn des Anheizens bis zum Erreichen des Beharrungswirkungsgrades Aufwärmzeit (vgl. Abb. 1). Die Länge der Speicherzeit hängt einerseits von der Länge der vorhandenen Stillstandzeit und der dabei abgegebenen Wärme durch innere und äußere Abkühlung



A Beginn der Dampfentnahme
B = *A* Beendigung der Anheizzeit
C Beendigung der Wassererwärmung bei Betriebsdruck
D Beendigung der Einlaufzeit (bei Vollast)
E Beendigung der Aufwärmzeit und Beginn des Beharrungszustandes

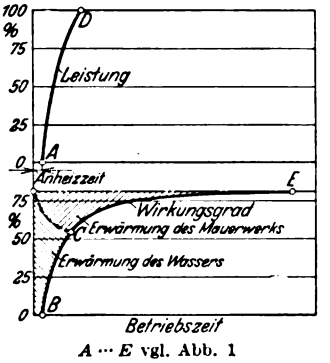
Abb. 1. Anheiz-, Einlauf- und Aufwärmzeiten eines normalen Kessels.

ab (sie ist am längsten beim Anheizen vom kalten Zustand), anderseits von der im Beharrungszustand im gesamten Kesselkörper gespeicherten Wärme. Je geringer diese ist, um so schneller findet der Speichervorgang statt.

I. Das Anheizen vom kalten Zustand.

a) Mittel zur Verkürzung der Anheizzeit. Wenn man das Anheizdiagramm in Abb. 1 betrachtet, so sieht man, daß der überwiegende Teil der dem Kessel zugeführten Wärme in den ersten Stunden dazu verwandt wird, Mauerwerk und Kesselwasser zu erwärmen. Will man schnell anheizbare Kessel schaffen, so muß diese zunächst unproduktive Wärmeaufspeicherung wesentlich verringert oder auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden. Die Verringerung der Wärmeaufspeicherung führt folgerichtig zum Bau leichter Kessel mit wenig Mauerwerk, die Verschiebung der Speicherung zum Einbau der Heizflächen an solchen Stellen, die der Feuerstrahlung unmittelbar ausgesetzt sind, d. h. letzten Endes zum reinen Strahlungskessel.

b) Strahlungsheizfläche. Schon die Umkleidung eines Teiles des Mauerwerkes eines Feuerraums mit Heizfläche bewirkt ja, daß die im Feuerraum entwickelte Wärme zunächst im gleichen Maße der bestrahlten Heizfläche wie dem freiliegenden Mauerwerk zugute kommt. Bei einem reinen Strahlungskessel, bei dem das hinter den Wasserrohren angeordnete Schutzmauerwerk nur durch Leitung Wärme aufnimmt, wird aber sofort, ehe eine Wärmespeicherung überhaupt begonnen hat, schon Dampf erzeugt, und der Kessel kann in sehr kurzer Zeit schon Leistung hergeben. Das Einlauf- und Anwärmdiagramm eines Strahlungskessels, Abb. 2, sieht also ganz anders aus als Abb. 1. Die Anheizzeit ist wesentlich kürzer; sie dauert nur so lange, bis die Wasserrohre erwärmt, das Kesselwasser durch die Strahlungswärme auf Siedetemperatur gebracht und der Betriebsdruck erreicht ist. Dann steigt die Leistungslinie sehr schnell an, wäh-



A ··· *E* vgl. Abb. 1

Abb. 2. Anheiz-, Einlauf- und Aufwärmzeiten eines Strahlungskessels.

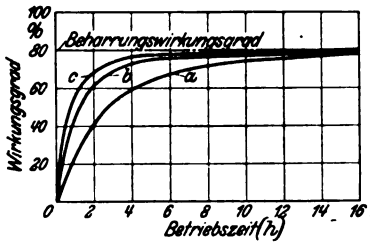
[1] Vgl. ETZ 1927, H. 26.

Digitized by Google

rend die Wärmespeicherung im Mauerwerk erst nach der Anheizzeit beginnt und der Wirkungsgrad allmählich ansteigt.

c) Geringe Speicherung im Mauerwerk. Die gesamte Speicherwärme ist bei Strahlungskesseln weit geringer als bei normalen Kesseln, weil das Mauerwerk viel geringere mittlere Temperaturen im Beharrungszustand hat. Dazu kommt, daß man bei Strahlungskesseln erheblich an Mauergewicht sparen kann. Die Ummantelung solcher Kessel kann, da sie im Bereich verhältnismäßig niedriger Temperaturen liegt, sehr dünn und leicht sein, so daß bei einzelnen neueren Bauarten nur eine dünne Schamotteschicht vorhanden ist, während Ziegelmauerwerk ganz entbehrlich wird.

Kessel üblicher Bauart haben eine gesamte Speicherfähigkeit im Mauerwerk, Eisenteilen und Wasser, die etwa 300 ··· 500 % der stündlichen Nutzwärme bei Normallast beträgt. Ein Kessel von normal 20 t/h Dampf = 12 Mill kcal/h hat also etwa 36 ··· 60 Mill kcal Wärme im Beharrungszustand gespeichert. Neuzeitliche Strahlungskessel haben dagegen eine Speicherfähigkeit, die nur etwa 30 ··· 100 % der stündlichen Nutzwärme beträgt. Kessel dieser Bauart erreichen daher nicht nur ihre normale Leistung, sondern auch ihren Beharrungswirkungsgrad viel schneller als Kessel üblicher Bauart, haben also auch einen viel besseren mittleren Wirkungsgrad für die ganze Betriebszeit. Abb. 3 zeigt z. B. den Verlauf dreier Wirkungsgradlinien in Abhängigkeit von der Betriebszeit für verschiedene Speicherfähigkeit. Man sieht, daß der reine Strahlungskessel bei weitem am besten abschneidet. Diese Überlegenheit gilt sowohl für das Anheizen vom kalten Zustand als auch für das Anheizen nach längerer oder kürzerer Betriebspause.



a normaler Kessel mit Außenfeuerung ohne Strahlungsheizfläche
b Halbstrahlungskessel (Feuerraum teilweise von Wasserrohren umgeben)
c reiner Strahlungskessel

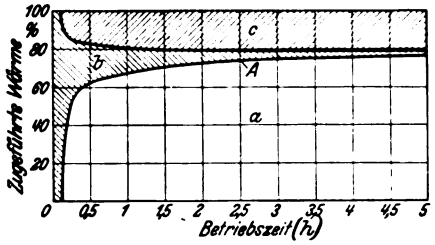
Abb. 3. Wirkungsgrad von normalen Kesseln und Strahlungskesseln in Abhängigkeit von der Betriebszeit (ohne Anheizzeit).

d) Geringer Wasserinhalt. Die Anheizzeit läßt sich noch wesentlich verkürzen, wenn man die im Kessel gespeicherte Wassermenge verringert. Auch in dieser Hinsicht sind einige Bauarten neuzeitlicher Kessel den bisher gebräuchlichen Kesselbauarten häufig im Vorteil. Wenn man anstatt der früher vielfach gebauten Mehrtrommelkessel (3 ··· 5 Trommeln) Kessel mit 2 Trommeln verwendet, verbindet man mit dem großen Vorteil der Verringerung der Anlagekosten, der gerade für Spitzenkessel von besonderer Bedeutung ist, den Vorzug geringen Wasserinhalts und damit schnellerer Erhitzung des Wassers. Bei Strahlungskesseln kann man mitunter mit einer Trommel oder sogar ganz ohne Trommeln auskommen, z. B. beim Benson-Kessel der Siemens-Schuckertwerke.

e) Vorwärmung von Wasser und Luft. Endlich ist bei Kraftwerken, die bereits Kessel im Betrieb haben, die Anheizzeit noch durch Speisung siedenden Wassers und durch sofortige Zuführung hoch vorgewärmter Luft zu verkürzen. Gerade die zunächst unzureichende Vorwärmung der Verbrennungsluft bei einem aus dem kalten Zustand angeheizten Kessel verzögert das Hochheizen und verschlechtert den Verbrennungsvorgang wesentlich. Bei Rostfeuerungen bieten die Zoneneinteilung der Roste und eine in weiten Grenzen für jede einzelne Zone regelbare Luftzufuhr große Vorteile für einen beschleunigten Anheizbetrieb.

f) Betriebsergebnisse. Die Ergebnisse, die man durch diese zahlreichen Maßnahmen bisher schon erzielt hat, sind sehr bemerkenswert, u. zw. sowohl bei Rost- als auch bei Kohlenstaub-, Öl- und Gasfeuerungen. Während man bei den bisher üblichen Kesselbauarten mit mindestens 6 ··· 8 h Anheizzeit vom kalten Zustand rechnen mußte, lassen sich die großen Halbstrahlungskessel im Großkraftwerk Böhlen mit Braunkohlenstaubfeuerung vom kalten Zustand in etwa 2 h hochheizen und sind nach 2 ··· 3 h auf Vollast, wie Rosin durch Anheizversuche festgestellt hat[2]. Die Maas-Teilkammerkessel mit Riley-Schubfeuerung im Großkraftwerk Franken konnten bei einem von Maas durchgeführten Versuch in 43 min auf Betriebsdruck und nach 48 min auf 80 % Leistung gebracht werden[3]. Ähnliche Ergebnisse wurden auch mit Zonenwanderrosten erzielt.

Von reinen Strahlungskesseln sind die schon erwähnten Bensonkessel, von denen sich neuerdings ein Kessel im Kraftwerk Langerbrugge bei Gent im Betrieb befindet, die KSG-Strahlungskessel, die LHW-Strahlungskessel, die u. a. im Großkraftwerk Stettin seit 2 Jahren im Betrieb sind, und die Forssbladkessel im Kraftwerk Västerås (Mittelschweden) besonders bemerkenswert. An den Forssbladkesseln, die ausschließlich in Västerås zur Spitzendeckung und als Momentanreserve dienen und die den größten Teil des Jahres stilliegen, sind eingehende Versuche durchgeführt worden. Die Anheizzeit vom kalten Zustand dauerte etwa 7 min, die gesamte Einlaufzeit bis zum Erreichen der Vollast 25 min[4]. Das außerordentliche schnelle Ansteigen des Wirkungsgrades in der Anheiz- und Speicherzeit läßt Abb. 4 erkennen. Der Kessel hat schon 1,5 h nach Beginn des Anheizens 70 % Wirkungsgrad. Diese außerordentlich günstigen Zahlen, die sich durch Speisen heißen Wassers und Einführung hochvorgewärmter Verbrennungsluft wahrscheinlich noch erheblich verbessern lassen, erklären sich aus seiner Bauart als reiner Strahlungkessel, aus dem sehr geringen Wasserinhalt und dem Fehlen jeglichen Ziegelmauerwerks.



A Wirkungsgrad; *a* Nutzwärme; *b* Anheizverluste durch Erwärmung des Kesselwassers und des Mauerwerks sowie zusätzliche Verluste durch Abgase und unvollkommene Verbrennung; *c* Beharrungsverluste durch Abgase, unvollkommene Verbrennung, Strahlung usw.

Abb. 4. Anheiz- und Aufwärmdiagramm eines Forssblad-Strahlungskessels.

Es ist also heute schon möglich, Spitzenkessel aufzustellen, die nicht nur in der Anschaffung billig, sondern auch so anpassungsfähig sind, daß sie innerhalb weniger Minuten vom kalten Zustand angeheizt und zur Dampflieferung herangezogen werden können.

II. Das Anheizen vom warmen Zustande.

Bei den meisten Elektrizitätswerken ist das Anheizen vom warmen Zustand, d. h. nach einer mehr oder weniger langen Betriebspause (6 ··· 40 h) ein noch wichtigeres Problem als das Anheizen völlig kalter Kessel, denn es wiederholt sich täglich. Ein in Zeiten geringer Belastung stillgesetzter Spitzenkessel muß in möglichst kurzer Zeit und mit möglichst geringem Wärmeaufwand jederzeit in Betrieb genommen werden können, ohne daß durch das schnelle Anheizen die Werkstoffe übermäßig beansprucht werden und die Betriebsicherheit gefährdet wird.

Die im vorigen Abschnitt besprochenen Mittel zur Verkürzung der Anheizzeiten und zur Verringerung der Anheiz- und Aufwärmverluste gelten auch für die vorübergehend stilliegenden Kessel. Dazu aber kommt noch ein Gesichtspunkt, der für das schnelle und verlustlose Anheizen von noch größerer Bedeutung ist: Die Verringerung der Abkühlverluste in der Stillstandszeit.

a) Warmhalten der Kessel. Gute Isolierung der Kessel bietet den großen Vorteil, daß nicht nur in den Betriebspausen, sondern auch in der Betriebszeit die äußere Abkühlung, d. h. der Strahlungsverlust, verringert wird. Weit wichtiger aber noch als die Verminderung der äußeren Abkühlung ist die Verhinderung der inneren Auskühlung.

b) Dichter Abschluß gegen Schornsteinzug. Die Verluste, die durch undichte Schieber in der Stillstandszeit entstehen, sind nicht nur in vielen Fällen höher, sondern auch in betriebstechnischer Hinsicht weitaus schädlicher als die äußeren Abkühlverluste. Sie sind im allgemeinen höher, da die durch undichtes Mauerwerk, Ritzen und kleinere Öffnungen, bei ungekapselten Rosten ferner am Rostanfang und Rostende eintretende kalte Luft mit den heißesten Teilen des Feuerraumes

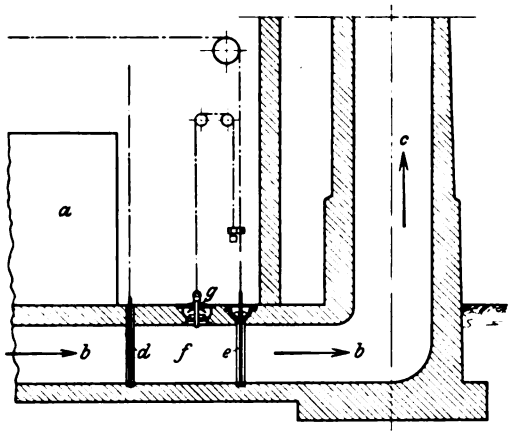
[2] Vgl. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 11, S. 387 (1930).

[3] Z. bayr. Revis.-Ver. Bd. 33, S. 152 (1929) u. Elektr.-Wirtsch. Bd. 28, S. 425 (1929).

[4] Ähnlich kurze Anheiz- und Einlaufzeiten wurden auch bei einem KSG-Strahlungskessel in einem englischen Kraftwerk erzielt.

Digitized by Google

und Kessels in unmittelbare Berührung kommt und, durch den Schornsteinzug angesaugt, meist mit hoher Geschwindigkeit durch Feuerraum, Kesselzüge und Fuchs zum Schornstein strömt, so daß sowohl Temperaturgefälle als auch Wärmeübergangszahlen sehr hoch sind. Sie sind besonders schädlich, weil gerade die empfindlichsten Teile des Kessels, das feuerfeste Mauerwerk und die Wasserrohre, durch die eintretende Kaltluft stark abgeschreckt und beim nächsten Anheizen wieder ebenso schnell erhitzt werden. Dazu kommt, daß auch der Anheizvorgang selbst nicht nur verzögert, sondern auch in wärmewirtschaftlicher Hinsicht verschlechtert wird. Die Verluste durch unvollkommene Verbrennung sind in stark ausgekühlten Feuerräumen bedeutend höher als in heißen. Es entstehen also hohe zusätzliche Anheizverluste, die den mittleren Betriebswirkungsgrad wesentlich verringern.



a Kessel *b* Fuchs *c* Schornstein *d* Zugschieber *e* Sicherheitsschieber, während des Betriebes herausgezogen *f* Schleusenraum im Fuchs *g* Luftventil, bei Stillstand des Kessels offen

Abb. 5. Schematische Darstellung der Original-Zugsperre, DRP.

Je undichter der Rauchgasschieber ist und je zahlreicher und größer die Undichtheiten am Feuerraum und in den Kesselzügen sind, um so höher wird der innere Auskühlverlust. Die Einkapselung der Roste, die bei neuzeitlichen Wanderrostfeuerungen schon wegen des Unterwindbetriebes notwendig ist, ferner der gute Abschluß des Feuerraumes und der Kesselzüge gegen die Außenluft vermögen die Auskühlverluste schon wesentlich herabzusetzen. Weit wichtiger ist jedoch der dichte Abschluß des Kessels gegen den Schornstein. Die Anordnung von Doppelschiebern bietet schon gewisse Vorteile. Immerhin muß man damit rechnen, daß sich alle Schieber im Laufe der Zeit infolge der hohen Temperaturen und der Temperaturschwankungen verziehen und undicht werden. Dazu kommt, daß sich leicht Flugasche, Ruß usw. an den Schieberöffnungen absetzen und deren vollständiges Schließen verhindern. Häufiges Reinigen des Fuchses in der Nähe der Schieber ist daher dringend zu empfehlen.

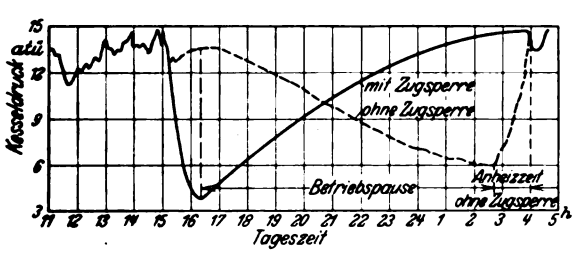


Abb. 6. Druck eines Kessels in der Betriebspause mit und ohne Zugsperre. Ohne Zugsperre sinkt der Druck von 13 auf 6 atü, die Anheizzeit beträgt 1¼ h; mit Zugsperre steigt der Druck von 4 auf 15 atü, Anheizzeit fällt aus.

Gut bewährt hat sich die in Abb. 5 wiedergegebene Original-Zugsperre. Man sieht, daß außer dem normalen Zugschieber noch ein Präzisions-Sicherheitschieber aus hochwertigem Material angeordnet ist, der während der Betriebszeit nicht als Zugregelorgan dient, sondern durch Hinausziehen den Einwirkungen der Abgase ganz entzogen ist, so daß ein Verziehen und Undichtwerden kaum zu befürchten ist. Außerdem ist aber der bei Stillstand zwischen den beiden Schiebern entstehende Schleusenraum durch ein Ventil, das sich bei Schließen des Sicherheitschiebers selbsttätig öffnet, mit der Außenluft verbunden, so daß der Schornstein selbst bei vorhandenen kleinen Undichtheiten des Sicherheitsschiebers durch das Ventil Außenluft ansaugt. Feuerraum und Kessel sind also der Einwirkung des Schornsteins völlig entzogen.

Abb. 6 zeigt ein Druckdiagramm eines Kessels bei Betrieb mit und ohne Zugsperre. Man sieht, daß bei Betrieb ohne Zugsperre der Kesseldruck in der 12stündigen Betriebszeit von 13 auf 6 atü fiel und daß die Anheizzeit etwa 1¼ h betrug. Bei Betrieb mit Zugsperre wurde unmittelbar nach Abstellen des Kessels durch Speisung und Dampfentnahme für Speisewasservorwärmung der Druck bis auf 4 atü gesenkt und stieg in der Stillstandszeit durch Nachverdampfung wieder auf den Betriebsdruck (15 atü), so daß der Kessel ohne weiteres Anheizen sofort ans Netz geschaltet werden konnte. Über ähnliche günstige Ergebnisse im Kraftwerk Tiefstack bei Hamburg hat Burgdorff berichtet[5].

B. Einregeln von Kesseln.

a) Elastische Feuerungen. Spitzenkessel müssen nicht nur schnell anheizbar sein, sondern sich auch allen Belastungschwankungen schnell, ohne große zusätzliche Verluste und ohne Spucken und Aufschäumen des Wasserinhaltes anpassen können. Ältere Kesselbauarten und namentlich die starren, unbeweglichen Roste sind außerordentlich schwerfällig und brauchen zu jeder Laststeigerung und Lastsenkung längere Zeit. Kohlenstaubfeuerungen dagegen und die meisten mechanischen Roste, vor allem Zonenwanderroste und Schubfeuerungen für Steinkohlen sowie die mechanischen Muldenroste für Braunkohlen, haben eine Elastizität, die für Spitzenbetrieb im allgemeinen vollkommen genügt. Voraussetzung hierfür sind aber folgende Eigenschaften:

1. Die Brennstoff- und Luftzufuhr muß mit einigen Handgriffen leicht und in weiten Grenzen zu regeln sein. Bei Rostfeuerungen ist die Regelung der Luft getrennt nach den einzelnen Zonen des Rostes besonders vorteilhaft.
2. Die Unterwindgebläse bei Rostfeuerungen sowie die Erstluft- und Zweitluftgebläse bei Staubfeuerungen müssen reichlich bemessen sein.
3. Bei geringen Teillasten müssen die Kessel mit hohem CO_2-Gehalt und geringem Luftüberschuß arbeiten, damit die Feuerraumtemperaturen stets hoch sind.
4. Die Bedienungsmannschaften müssen geschult werden, daß sie die Elastizität der Feuerungen auch wirklich auszunutzen verstehen.

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann man mit allen neuzeitlichen Feuerungen Belastungschwankungen in den gleichen Zeiten aufnehmen wie mit neuzeitlichen Turbinen oder Dieselmotoren. Schulte und Presser stellten bei Staubfeuerungen, Zonenwanderrosten und Martin-Rückschubfeuerungen für Steinkohlen Regelzeiten von etwa 0,5 ··· 4 min fest für Laststeigerungen von 50 auf 100 %[6]. Rosin hat an den Braunkohlenstaubfeuerungen im Großkraftwerk Böhlen für Laststeigerungen von 20 ··· 90 % etwa 2 min gemessen[7] und an den mechanischen Muldenrosten des Großkraftwerks Zschornewitz[8] für etwa die gleiche Laststeigerung 4 min. Der Verfasser hat einen Arbatsky-Wanderrost für Rohbraunkohle im Kraftwerk Grünberg in Schlesien untersucht und die Belastung von 18 auf 80 % in 3 min steigern können[9]. Mit Unterschubfeuerungen im Großkraftwerk Franken, im Elektrizitätswerk Spandau und im Westkraftwerk der BEWAG in Berlin wurden ähnliche Werte erreicht. Bei Lastsenkungen wurden etwa die gleichen Zeiten festgestellt wie bei Laststeigerung.

b) Maßnahmen gegen Spucken und Aufschäumen. Die Verhinderung des Spuckens und Aufschäumens des Wasserinhaltes bei plötzlichen Belastungsstößen geschieht am besten dadurch, daß man bei zu erwartenden Laststeigerungen mit niedrigem Wasserstand arbeitet. Eine bedeutende konstruktive Verbesserung der letzten Jahre ist die Einführung der hochbelasteten, der Strahlung unmittelbar ausgesetzten Rohre in den Dampfraum der oberen Trommel anstatt, wie es bisher üblich war, in den Wasserraum. Da bei schneller Laststeigerung die Strahlungsheizfläche zuerst den zusätzlichen Dampf erzeugt, so können die Dampfbläschen ungehindert sofort in den Dampfraum eintreten, ohne daß der Wasserspiegel der Trommel sich hebt und aufschäumt.

[5] Vgl. Elektr.-Wirtsch. Bd. 27, S. 505 (1928).
[6] Vgl. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 12, S. 281 (1931).
[7] Vgl. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 11, S. 387 (1930).
[8] Vgl. Arch. Wärmewirtsch. Bd. 11, S. 123 (1930).
[9] Vgl. Braunkohle Bd. 30, S. 241 u. 266 (1931).

Digitized by Google

Oft kann man bei Kesseln, deren hochbelastete Steigrohre noch in den Wasserraum einmünden, diese durch Aufsteckrohre so weit verlängern, daß sie über den Wasserspiegel hinausragen. Sehr wichtig ist ferner gute und zweckmäßige Wasserreinigung. Schon bei geringem Laugengehalt und bei Vorhandensein schwebender Stoffe im Kesselwasser tritt starkes Schäumen des Wasserinhalts auf.

c) Wirtschaftliche Spitzendeckung durch Kessel. Die meisten neueren Dampfkesselfeuerungen und Kesselbauarten, vor allem die Strahlungskessel, erfüllen alle betriebstechnischen Anforderungen, die an Kessel zur Spitzendeckung und Momentanreserve gestellt werden müssen. Damit solche Kessel auch wirtschaftlich geeignet für Spitzenbetrieb werden, d.h. geringe Anlagekosten, auf 1 kW Spitzenleistung bezogen, erfordern, müssen sie für längere Zeit hoch überlastbar sein. Die zusätzlichen Anlagekosten, die dadurch entstehen, daß man einen Kessel hoch überlastbar macht, sind sehr gering, wenn man auf hohen Wirkungsgrad bei Überlastbetrieb verzichtet. Wie Mayer[10] und Münzinger[11] nachgewiesen haben, betragen die zusätzlichen Anlagekosten nur 40 ··· 60 RM/kW, sind also wesentlich geringer als für Gleichdruck- oder Ruthsspeicher und für alle anderen Mittel zur Spitzendeckung.

Trotz dieses großen wirtschaftlichen Vorteils ist das Anwendungsgebiet der überlastbaren elastischen Kessel für Spitzendeckung doch nur beschränkt. Denn zur Spitzendeckung werden aus wirtschaftlichen Gründen meist vorhandene ältere, im Mittelpunkt der Hauptversorgungsgebiete (z. B. innerhalb der Großstädte) gelegene Dampfkraftwerke verwendet, deren Kessel weder elastisch noch hoch überlastbar sind. Durch Einbau von Speichern und Speicherturbinen kann man solchen Werken mit einem Aufwand von rd. 150 RM/kW alle Eigenschaften geben, die zur Spitzendeckung und Momentanreserve erforderlich sind. Die Aufstellung von elastischen überlastbaren Kesseln in diesen alten Kraftwerken würde dagegen insgesamt mindestens 200 ··· 250 RM/kW erfordern.

Bei Kraftwerken, die im Sommer stilliegen und nur bei Störungen momentan einspringen sollen, ist meist die wirtschaftlichste und betriebstechnisch beste Lösung die Aufstellung kleiner, durch Elektrokessel dauernd heiß gehaltener Ruthsspeicher und von schnell anheizbaren Strahlungskesseln. Da z. B. Forssbladkessel in 7 ··· 10 min vom kalten Zustand angeheizt werden können, so genügen kleine billige Speicher, die nur wenige Minuten die volle Leistung zu übernehmen haben.

Bei neu zu errichtenden Spitzenkraftwerken werden vielfach hoch überlastbare Kessel das billigste und zweckmäßigste Mittel zur Spitzendeckung sein. In allen anderen Fällen dürfte ein Zusammenarbeiten von elastischen Kesseln und Speichern, wobei die Speicherabmessungen wegen der hohen Elastizität und Überlastbarkeit neuzeitlicher Kessel nur sehr gering zu sein brauchen, die wirtschaftlichste Lösung sein.

[10] Vgl. BBC-Nachr. Bd. 17, S. 289 (1930).
[11] Vgl. Z. VDI Bd. 75, S. 505 (1931).

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 331.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Elektrizitätszählerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System $\boxed{162}$, die Form W6k, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

II. Zusatz zu System $\boxed{162}$, die Form W6k*, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

beide hergestellt von der **Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 24. II. 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 68.

Beschreibung.

I. System $\boxed{162}$,

die Form W6k, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form W6k sind zur Messung des Verbrauches in einphasigen Wechselstromanlagen bestimmt. Sie können als Zweileiterzähler für Nennstromstärken von 3 bis 20 A, für Nennspannungen bis 250 V und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Der Zähler (Abb. 1) ist ein Induktionsmotor, dessen Kurzschlußanker *a* aus Aluminium durch einen (in der Abbildung nicht eingezeichneten) Dauermagneten gebremst wird. Das dreizinkige Spannungseisen ist oberhalb, das fünfzinkige Stromeisen unterhalb der Aluminiumscheibe angebracht. Zur Angleichung der Zugkraft des Zählers an die Bremskraft des Dauermagneten bei dessen mittlerer Stellung ist in jedem der beiden Luftspalte zwischen den beiden Drosselbrücken *b* und dem Mittelzinken des Spannungseisens ein Drosselschieber *d* aus Eisenblech verschieb- und feststellbar angeordnet. Zur Einstellung der 90°-Verschiebung zwischen dem wirksamen Strom- und Spannungsfeld bei induktionsfreier Last dient eine um die Stromspulenzinken gelegte Kupferwicklung. Diese läuft in die Scheibe *w* aus Widerstandsdraht aus, die mittels der Gleitklemme *g* mehr oder weniger kurzgeschlossen werden kann. Der mittels des Hebels *h* drehbare und in jeder Stellung feststellbare Hilfspol *i* erzeugt in Zusammenwirkung mit dem über ihm liegenden, unteren Ende *e* des am Spannungseisen sitzenden Streubleches *s* ein zusätzliches Drehmoment zur Überwindung der Reibung. Zur Verhütung von Leerlauf kann das obere Ende des Streubleches *s* vermittels einer Schraube *f* einer auf der Ankerachse sitzenden eisernen Hemmfahne mehr oder weniger genähert werden.

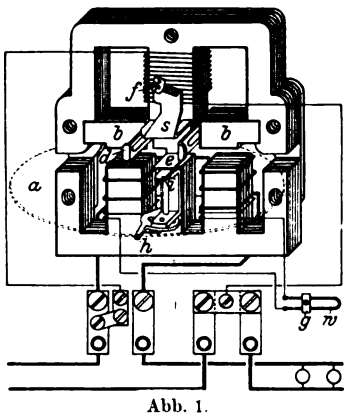


Abb. 1.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler ist aus der Abbildung ersichtlich.

4. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,1 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Belastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 21 g, die Drehzahl der Zähler zu 33 bis 38 U/min bei Nennlast ermittelt. Der Eigenverbrauch im Spannungskreis betrug etwa 0,63 W bei 110 V und etwa 0,54 W bei 220 und 250 V Nennspannung. Der Eigenverbrauch im Stromkreis belief sich auf etwa 0,83 W bei 5 A und auf etwa 1,00 W bei 20 A Nennstromstärke.

II. Zusatz zu System $\boxed{162}$,

die Form W6k*, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Deutschen Zähler-Gesellschaft m. b. H. in Hamburg.

Die unter I dieser Bekanntmachung zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Form W6k werden für die Nennstromstärke 5 A auch in einer Sonderausführung unter der Formbezeichnung W6k* hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennspannungen bis 250 V und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form W6k* unterscheiden sich von den Zählern der Form W6k für 5 A Nennstrom dadurch, daß die Stromspulenwicklungen verstärkt und die Windungszahlen der Strom- und Spannungsspulen etwas vermindert sind.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,2 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Belastung mit etwa 0,4 % des Nennstromes an. Der Eigenverbrauch im Stromkreis betrug etwa 0,35 W, im Spannungskreis etwa 0,87 W bei 110 V und etwa 0,74 W bei 220 V Nennspannung. Ankergewicht und Drehzahl waren ebenso wie bei den Zählern der Form W6k.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Wattmeter für Hörfrequenz. — Die Leistung von elektrisch übermittelter Sprache oder Musik kann man nach Abb. 1 messen. Ein den Ausgangsimpedanzen des Verstärkers angepaßter Übertrager speist über ein Schwächungsglied mit veränderlicher Schwächung ein Thermo-Wattmeter, das für den in Frage kommenden Frequenzbereich wenig Frequenzabhängigkeit zeigt. Das Schwächungsglied besteht aus zwei in Reihe geschalteten Ohmschen Widerständen mit einem in ihrem Verbindungspunkt quer liegenden Widerstand mit einem gemeinsamen Nullleiter. Die Widerstände lassen sich aus einem vom Ver-

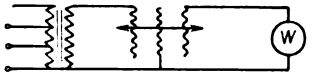
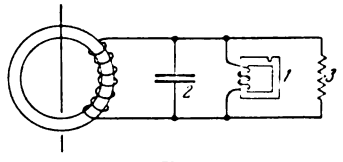


Abb. 1. Grundschaltung für die wattmetrische Messung von Hörfrequenz.

fasser angegebenen Diagramm so bestimmen, daß die Schwächung frequenzunabhängig erfolgt. Gute Mittelwerte des Anpassungswiderstandes für magnetische Lautsprecher und dynamische mit Abwärtsübertrager sind 4000 Ω, für dynamische Lautsprecher ohne Übertrager 10 Ω. Die Frequenzkurve der Leistungsangabe des Instruments zeigt erst bei 65 Hz und bei 6500 Hz einen Abfall von etwa 15 %. Die Empfindlichkeit beträgt 0,002 W je Teilstrich bis 10 W Vollausschlag. Das wichtigste Anwendungsgebiet ist die Messung der unverzerrten Lautstärke von Schallplatten- und Rundfunkverstärkern. (E. Asch, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 377.) *Br.*

Ein „fehlerloser" Stromwandler (Einleiterwandler). — Wegen der bekannten Vorzüge im Betriebe beschränkt sich der Verfasser nur auf Einleiterwandler. Als Kernmaterial wird legiertes Eisen und dann als erste Verbesserungsmöglichkeit Nickel-Eisen (Hypernik) der Rechnung zugrunde gelegt. Die Ergebnisse genügen den scharfen Forderungen des Verfassers nicht. Die Durchrechnung des Wandlers von Brooks zeigt die Schwächen dieses Wandlers, wenn er als Einleiterwandler verwendet wird. Als weitere Verbesserung käme der Wandler von Iliovici in Frage; auch dieser genügt nicht. Von den erwähnten verbesserten Wandlern schneidet am besten der mit Nickel-Eisen-Kern ab.



1 Drosselspule *2* Kapazität *3* Bürde

Abb. 2. Schaltbild.

Um den gestellten Forderungen gerecht zu werden, strebt der Verfasser eine unendlich große Permeabilität an. Hierzu braucht er zunächst eine konstante Permeabilität, also einen mit der Induktion proportionalen Magnetisierungstrom, den er dann durch einen Kondensator aufhebt. Eine konstante Permeabilität erhält er nach folgendem Grundgedanken: Von zwei magnetischen Kreisen arbeite der eine bei einer niedrigen Induktion, ganz im Anfang der Magnetisierungskurve, wo diese konkav verläuft, der andere ist gesättigt und arbeitet im konvexen Gebiet der Magnetisierungskurve. Diese beiden Kerne werden nun so zusammen verwendet, daß sich die Krümmungen der Kurven aufheben und eine lineare Magnetisierungskurve entsteht. Der Verfasser gibt hierzu 2 Verfahren an, die er theoretisch eingehend behandelt. Unter diese Verfahren lassen sich die Kunstschaltungen von Pfiffner, Wilson, AEG, Wellings und Mayo eingliedern. Durch einen Versuch weist der Verfasser nach, daß im Spannungsbereich von 1 : 10 eine lineare Magnetisierung mit einer Abweichung von höchstens 0,5% möglich ist. Bei der Verwirklichung dieser Theorie wird in Anlehnung an die Konstruktion von Pfiffner der stark gesättigte Teil der magnetischen Kreise außerhalb des Wandlers in eine kleine Drosselspule mit einer Einschnürung im Kern verlegt (Abb. 2). Die Empfindlichkeit gegen eine Änderung der Bürde wird umgangen, indem der Wandler für eine höchste Bürde von 50 VA abgeglichen und jede kleinere Bürde durch eine Zusatzbürde auf den Betrag von 50 VA gebracht wird. Die Versuchsergebnisse nach einer Prüfung im Bureau of Standards zeigt Abb. 3. Δi bleibt unter 0,1 % und Θ beträgt nur wenige Minuten. Aus der Überstromkennlinie erkennt man, daß die Genauigkeit bis zum dreifachen Normalwert des Stromes bestehen bleibt. Die Empfindlichkeit gegen Änderung der Temperatur und Bürde ist gering. Sie würde sich bemerkbar machen, wenn der Wandler für kleinere Übersetzungsverhältnisse gebaut würde. So würde für 50 A Primärstrom diese Wandler-

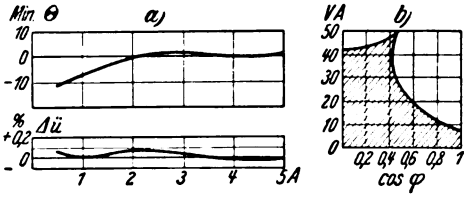


Abb. 3. Fehlerkurven des Wandlers 400/5 A und Grenzen für Bürde und cos φ (44 cm Dmr., 18 cm Höhe, 120 kg Gewicht).

konstruktion ungeeignet sein. Der Verfasser bezeichnet es als aussichtsreich, die Eisenverluste zu verringern; ferner glaubt er, daß seine Verbesserungen auch für Mehrleiterwandler geeignet sind. Nickel-Eisen-Legierungen hält er, da er eine praktisch bereits unendlich große Permeabilität erreicht hat, für überholt und überflüssig. Zum Schluß werden Prüfverfahren behandelt, unter denen die Eichschaltung von Silsbee etwa von Interesse sein kann. (A. C. Schwager, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 514.) *Kd.*

Beleuchtung.

Der wirtschaftliche Wert guter Straßenbeleuchtung. — Zur Feststellung des Zusammenhanges zwischen Verkehrsunfällen und Straßenbeleuchtung können 3 Vergleichsmöglichkeiten dienen, nämlich das Verhältnis der Unfälle

a) bei Tageslicht bzw. vollkommener Dunkelheit,
b) bei Tageslicht bzw. der gewöhnlichen Straßenbeleuchtung und
c) bei Tageslicht und einer den Erfordernissen des Verkehrs angepaßten, wirtschaftlich tragbaren Straßenbeleuchtung.

Als Maßstab dienen im letzteren Falle die Angaben des Code of Street Lighting (ETZ 1931, S. 1310). Die Schwierigkeiten für eine einwandfreie Darlegung des Einflusses der Beleuchtung liegen teils in der zumeist mangelhaften Anlage der Unfallstatistiken, teils in der großen Anzahl störender Einflüsse, wie Wetter, Beschaffenheit der Straßendecke, Gehör und Sehvermögen des Fahrers usw.

Nach den oben angedeuteten Methoden ist eine Anzahl von Untersuchungen durchgeführt worden.

a) Kirk W. Reid und A. H. Hinkle, die Leiter der Verwaltungsbehörde für die Landstraßen des Staates Indiana, fanden, daß während der Dämmerung und der Nacht ⅔ der 248 tödlichen Unfälle des Jahres 1930/1931 vorkamen. In diesen Abend- und Nachtstunden ging aber nur ⅓ des Gesamtverkehrs über die Straße, d. h. das Unfallrisiko ist abends viermal so groß wie am Tage. Dieses Ergebnis scheint für die auch in Deutschland aktuell werdende Frage der Beleuchtung stärkst befahrener Landstraßen von Bedeutung.

b) Eine von E. A. Anderson und O. F. Haas entwickelte Methode vergleicht die Unfallziffern, die des Sommers bzw. Winters während jener Stunden vorkommen, die im Sommer noch Tageslicht haben, während im Winter die Straßenbeleuchtung bereits eingeschaltet ist. Der Einfluß der Witterung und der jährlichen Schwankung der Verkehrsdichte wird durch eine elegante Umrechnung mit Hilfe der Tagesunfälle ausgeschaltet. Nach dieser Methode sind 5 Untersuchungen nach Zahlentafel 1 durchgeführt worden:

c) Untersuchungen dieser Art sind besonders aufschlußreich hinsichtlich der Ersparnismöglichkeiten durch Einführung guter Straßenbeleuchtung. Es liegt eine, wenn auch noch geringe Anzahl von Ergebnissen vor, die zeigen, daß man bei angemessener Straßenbeleuchtung die Hälfte der Unfälle vermeiden könnte, die jetzt dem Fehlen des Tageslichtes zugeschrieben werden müssen. Diese

Digitized by Google

Zahlentafel 1.

Nr.	Zahl der durch ungenügende Beleuchtung verursachten Nachtunfälle in %	Zeitraum	Ort	Verfasser	veröffentlicht
1	18	1919—20	32 Städte in V.S. Amerika	Anderson u. Haas	Trans. Illum. Engng. Soc. 1921 S. 452
2	35	1929	New York, Pennsylvanien, Nord-Carolina, Kalifornien	National Safety Council, Stat. Büro	Public Safety Aug. 1930
3	45	1930—31	New York City	P. S. Miller El. Testing Lab., u. O. H. Shaw, Edison Comp.	
4	49	1931	46 Städte in V.S. Amerika	R. E. Simpson The Travellers Insurance Co.	The Travellers Standart Juli 1932
5	55	1931	12 Städte in V.S. Amerika	Komitee für Straßenbeleuchtung der Illum. Engng. Soc.	

Unfälle bedingen einen Verlust für die Volkswirtschaft Nordamerikas in Höhe von 748 Mill RM. Es hat sich gezeigt, daß auch die Zahl der kriminellen Vergehen auf der Straße durch die Straßenbeleuchtung verringert wird. Untersuchungen ähnlicher Art wie oben ergaben, daß Schäden im Betrage von 300 Mill RM durch gute Straßenbeleuchtung verhindert werden könnten. Alles für 100 000 Einwohner gerechnet, beträgt der Schaden, der durch schlechte Beleuchtung verursacht wird, 0,872 Mill RM. Z. Z. werden im Durchschnitt 0,48 Mill RM für Beleuchtung ausgegeben. Würde dieser Satz auf 1 Mill RM erhöht, so würde man eine gute Beleuchtung erhalten und noch 0,352 Mill RM ersparen. (F. C. Caldwell, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27, S. 808, 1932.) *Lnf.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen i. J. 1932. — Das Jahr 1932 war hauptsächlich den Vorbereitungsarbeiten für die Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Tauernbahn und auf der Linie Wien—Salzburg gewidmet. Die Vorarbeiten für die (im Falle der Bereitstellung der Geldmittel) in erster Reihe in Betracht kommende Elektrisierung der etwa 46 km langen Teilstrecke Schwarzach-St. Veit—Mallnitz der Tauernbahn wurden beendet. Sowohl für die (vom Standpunkte der Energieversorgung allein notwendige) kleine Erweiterung des Unterwerkes Schwarzach-St. Veit als auch für die Herstellung der Fahrleitungsanlagen liegen vergebungsreife Firmenangebote vor. (Die Umgestaltung der Fernmeldeanlagen der Tauernbahn ist bekanntlich schon durchgeführt.) Da für die Energieversorgung der Linie Salzburg—Wien auch die Heranziehung von bahneigenen Wasserkraftwerken in Betracht kommt, u. zw. insbesondere der zweiten Stufe der den Ö. B. B. konzessionierten Wasserkraftstufen im Stubachtale, wurde für diese Stufe ein Detailentwurf ausgearbeitet. (Die Stufe schließt an das seit 1929 in Betrieb stehende Stubachwerk — siehe Übersichtsplan in ETZ 1924, H. 50 — an.) Ferner wurde ein Entwurf für die allenfalls geplante Überleitung der Wässer des Weissees in den auf dem Tauernmoosboden errichteten Speicher des bestehenden Stubachwerkes hergestellt. Weitere Vorarbeiten betreffen die Vermessung, Vermarkung und planliche Festlegung einiger Teilstrecken der für die Energieübertragung aus dem Stubachtale zur Linie Salzburg—Wien in Aussicht genommenen 110 kV-Übertragungsleitung. Auch für die Fahrleitungsanlagen dieser Linie wurden streckenweise Entwürfe ausgearbeitet. An Bauarbeiten ist die Ausrüstung von Verschubgleisen mit Fahrleitung in einigen Bahnhöfen der elektrisierten Strecken zu erwähnen. (Der bis dahin in diesen Bahnhöfen notwendig gewesene lästige Dampfverschub kann nunmehr entfallen.) Beim Spullerseewerk wurden die Ergänzungsherstellungen (4. Maschinensatz und Pumpanlage, siehe ETZ 1932 S. 1050, 1051) in Betrieb gesetzt. Die Reaktanzdrosselspulen des Unterwerkes Roppen[1] wurden übernommen. Der Fahrpark erhielt durch die Inbetriebnahme von fünf Elektrolokomotiven der Reihe 1670 · 100, Achsfolge 1Do1 einen Zuwachs. (Diese Lokomotiven unterscheiden sich nur wenig von den 29 Lokomotiven der Reihe 1670. Sie weisen, ebenso wie diese, vier Zwillingsmotoren mit vertikalen Ankerwellen auf. Die Stundenleistung beträgt insgesamt 3050 PS bei etwa 66 km/h.) Ferner wurde die von den Österr. Siemens-Schuckertwerken ausgeführte Phasenumformerlokomotive endgültig übernommen[1]. (Nach den Vierteljahrsberichten d. Elektrisierungsdirektion d. Österr. Bundesbahnen, Wien 1932.) *Ltl.*

[1] ETZ 1932, S. 229.

Fernmeldetechnik.

4. Fernsehausstellung in London. — Vor kurzem fand in South Kensington-London die 4. englische Fernsehausstellung, verbunden mit einer photoelektrischen Schau, statt. Unter Mitwirkung der Britischen Rundfunkgesellschaft und der Baird-Fernsehgesellschaft wurden Empfangsvorführungen veranstaltet. Als Sender diente der Ultrakurzwellensender der Britischen Rundfunkgesellschaft, der die Welle 7,75 m benutzt. Einzelne Aussteller boten daneben auch eigene Vorführungen, insbesondere die Marconi-Gesellschaft, die General Electric Co. und die Edison Swan Electric Co. Die Marconigesellschaft zeigte den Empfang 30zeiliger Bilder über eine Ortsleitung und verwendete als Empfangsgerät einen Spiegelradempfänger. Außerdem führte sie den Empfang der von Chelmsford auf dem Funkweg übertragenen Bilder vor; diese wurden mit einem Projektionsempfänger aufgenommen und auf einen Schirm geworfen. Die General Electric Co. hatte verschiedene Arten von Photozellen ausgestellt, darunter solche für Fernsehen und für besondere Zwecke, u. a. Zellen mit Quarzfenstern zum Messen ultravioletten Lichts, ferner mehrere Arten von Glimmlampen. Die Edison Swan Electric Co. stellte Empfangsversuche mit einer Kathodenstrahlröhre an; die mit dieser Röhre aufgenommenen Bilder waren ebenfalls nur in 30 Zeilen zerlegt. Auf dem Stand von F. H. Brittain war mittels eines Films die Abhängigkeit der Bildgüte von der Zahl der Bildzeilen und Bildpunkte dargestellt; 90 Bildzeilen mit 10 000 Bildpunkten ergaben ein ausgezeichnetes Bild. An verschiedenen Stellen konnte man Spiegeltrommelempfänger sehen; die hiermit aufgenommenen Bilder wurden auf einem Schirm wiedergegeben. Die Firma D. F. Watson hatte eine von ihr entwickelte Spiegelschraube für den Empfang 30zeiliger Bilder von 7 : 3 cm Größe zur Schau gestellt. (Electrician Bd. 60, S. 472.) *Gth.*

Kurzwellige Schwingungen in magnetischen Feldern. — Bei den kurzwelligen Schwingungen nach Barkhausen-Kurz schwingen die Elektronen um das Gitter. Ersetzt man das Gitter durch ein axiales Magnetfeld, so entstehen ähnliche Schwingungen, die dadurch hervorgerufen werden, daß die Elektronen durch das genügend starke Magnetfeld zur Kathode zurückgebogen werden. Diese Schwingungen untersuchen A. A. Slutzkin und D. S. Steinberg. Eine Zweikathodenröhre mit zylindrischer Anode wird mit einer Anodenspannung von einigen hundert Volt betrieben. Die Röhre wird in ein axiales Magnetfeld gebracht und dann gegen dieses Feld gedreht. Die Schwingungen wachsen rasch an und erreichen ein Maximum bei einem Winkel von 9 ··· 11 °. Mit wachsender magnetischer Feldstärke erreicht man einen kritischen Wert, bei welchem der Anodenstrom steil abfällt. Schwingungen treten bei Röhren mit ziemlich großem Anodendurchmesser (12 ··· 6 mm) nur auf, wenn das Magnetfeld bis auf einige Prozent diesem kritischen Wert nahe kommt. Die Abmessungen des Außenkreises haben nur geringen Einfluß auf die Wellenlänge. Bis zu 7 cm Wellenlänge herunter konnten Schwingungen mit starker Intensität erreicht werden. Auch mit käuflichen Dreielektrodenröhren waren solche kurzen Wellen zu erreichen, wenn das Gitter als Anode benutzt wurde; jedoch war die Intensität wesentlich kleiner. (A. A. Slutzkin u. D. S. Steinberg, Ann. Physik 5. Folge Bd. 1 S. 658.) *Br.*

Strahlung von Antennen unter dem Einfluß der Erdbodeneigenschaften. — M. J. O. Strutt untersucht die Strahlung elektrischer und magnetischer Dipole bei endlichem Elevationswinkel und unter Berücksichtigung der Antennenhöhe. Die Erde wird dabei nicht als unendlich gut leitend angenommen, sondern ihre Eigenschaften in der Form eines komplexen Brechungsindex angegeben

$$n^2 = \varepsilon - \sigma \lambda \sqrt{-1}$$

[1] ETZ 1932, S. 704; 1933, S. 303.

Digitized by Google

wo ε die Dielektrizitätskonstante, σ die Leitfähigkeit und λ die Wellenlänge bedeuten. Bei großer Dipolhöhe ist die nützliche Strahlung für vertikale elektrische Dipole bei mäßigem $|n^2|$ größer, bei großem $|n^2|$ kleiner als bei kleiner Dipolhöhe. Bei horizontalen Dipolen wächst die Strahlung immer mit der Höhe. Auf der Erde haben horizontale Dipole kleinere nützliche Strahlung als vertikale Dipole; bei genügender Dipolhöhe steht dagegen die Strahlung horizontaler Dipole keineswegs hinter derjenigen vertikaler Dipole zurück. Die nützliche Strahlung vertikaler magnetischer Dipole ist auf der Erde gering und kleiner als diejenige horizontaler magnetischer Dipole. Sie nimmt aber mit der Höhe zu, während diejenige horizontaler Dipole abnimmt. In großer Höhe haben vertikale Dipole eine größere nützliche Strahlung als horizontale Dipole. Ein Vergleich elektrischer und magnetischer Dipole gleicher Stärke zeigt: Bei großer Höhe sind elektrische Dipole in bezug auf Nutzeffekt (nützliche Strahlung im oberen Halbraum durch Gesamtstrahlung) ungünstiger als vertikale magnetische Dipole und etwa gleichwertig horizontalen magnetischen Dipolen. Auf der Erde sind elektrische Dipole den vertikalen magnetischen in bezug auf nützliche Strahlung erheblich überlegen, dagegen den horizontalen magnetischen Dipolen erheblich unterlegen. (M. J. O. Strutt, Ann. Physik 5. Folge Bd. 1, S. 721, 751.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Bestimmung der Feldverteilung an Hochspannungsisolatoren. — Im Gegensatz zu einem neuen Verfahren, bei dem das Potential einer Sonde im elektrischen Felde gegen ein von einer zweiten Spannungsquelle herrührendes einstellbares ausgeglichen wird, wobei ein Röhrengleichrichter als Nullgerät benutzt ist[1], wird das übliche Verfahren des Abgleichens gegen einen mit Abgriff versehenen Spannungsteiler[2] im Verein mit der Feldlinienaufzeichnung mittels Strohhalmes[3] nach Toepler zur genauen Festlegung des Feldes benutzt. Als Spannungsteiler dient ein von Wasser durchströmter, einige Meter langer Gummischlauch, durch dessen Wandung Stecknadeln gebohrt sind, die als Spannungsabgriffe dienen. Bei der Potentialbestimmung von Sonden geringer Kapazität, die ja zur Vermeidung von Feldverzerrungen klein gehalten werden müssen, können Funkenstrecken als Nullspannungs-Anzeiger nicht benutzt werden, da die Sonde in ihrem Potential durch die kleinste Stromabgabe schon merklich verschoben wird; Verstärkeranordnungen stören anderseits durch ihre Erdkapazität das Feld bzw. die Spannungsteilung erheblich. Eine Feldstörung durch die Zuleitungen kann vermieden werden, indem diese in Äquipotentialflächen des (vorher mit dem Strohhalm ermittelten) Feldes geführt werden. Als bequemes Anzeigegerät hoher Stromempfindlichkeit bei ausreichend kleiner Kapazität erwies sich eine Neon-Lampe (von Philips, für 220 V Wechselspannung mit unsymmetrischen Elektroden). Ihr Verlöschen bzw. ein Tiefpunkt ihrer Leuchtkraft zeigt an, daß das Potential der Sonde mit dem des eben gewählten Abgriffes übereinstimmt; als Fehler wird 2 % angegeben. Eine kleinste Helligkeit statt völligen Verlöschens erhält man dann, wenn zwischen der Spannung der Sonde und der Widerstandspannung eine (kleine) Phasenverschiebung besteht. Verfolgt man die an der Glimmlampe liegende Spannung bei aufeinanderfolgenden Abgriffen in der Nähe des Minimums, so sieht man, daß die Überschreitung dieses Punktes eine (annähernde) Phasenumkehr der Lampenspannung mit sich bringt. Beobachtet man die Glimmlampe durch eine synchron laufende Schlitzscheibe, so stellt man gleichzeitig eine Umkehr der Polarität in der Glimmlampe (dank ihrer unsymmetrischen Elektroden) fest, wodurch der Tiefpunkt mit großer Schärfe zu finden ist. Diese Erscheinung wird als Grundlage eines einfachen Gerätes zur Bestimmung (kleiner) Phasenverschiebungen gekennzeichnet. (O. Steels u. G. Maryssael, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 979.) *Stk.*

Werkstatt und Baustoffe.

Die Schmiedbarkeit der nach dem elektrischen Lichtbogenverfahren ausgeführten Schweißungen. — Im allgemeinen ist die an weichen Stählen ausgeführte Schweißung nach dem elektrischen Lichtbogenverfahren nicht schmiedbar. Wird z. B. eine nach diesem Verfahren zubereitete Probe erwärmt, so nimmt man wahr, daß bei Kirschrot die Sprödigkeit der Schweißstelle sehr groß ist: ein leichter Schlag mit dem Hammer genügt, daß die Probe bricht. Untersuchungen haben nun ergeben, daß die Schmiedbarkeit nicht allein von der Beschaffenheit des Elektrodenmetalles, d. h. also von dem mehr oder weniger großen Gehalt an Verunreinigungen, wie Schwefel, Phosphor, Silizium usw., die es enthält, abhängt, sondern auch von besonderen Maßnahmen, die zum Schutze des Metalles vor atmosphärischen Einflüssen getroffen werden.

Eine Schmiedbarkeit der Schweißung läßt sich zunächst dadurch erreichen, daß man den Kohlenstoff- und Mangangehalt des Stahles erhöht, u. zw. läßt ein Kohlenstoffgehalt von 0,30 % und ein Mangangehalt von 0,85 % ein Schmieden zu. Die Wirkung erklärt sich daraus, daß diese beiden Elemente desoxydierend sind und eine Schutzschicht von Kohlenoxyd und Manganoxyd bilden. Allerdings ist die Bearbeitung einer solchen Schweißstelle nicht leicht. Andere Verfahren zur Erhöhung der Schmiedbarkeit sehen das Schweißen in einer schützenden Gasschicht vor. Die Schweißung in einer Wasserstoffatmosphäre mit Graphitelektroden ist immer schmiedbar. Dann gibt es besondere ummantelte Elektroden, die ebenfalls ein Schmieden der Schweißstelle zulassen.

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen kann man sagen, daß die Eignung der Schweißstelle zum Schmieden ein ziemlich sicheres Kennzeichen für das Vorhandensein guter mechanischer Eigenschaften des Werkstoffes ist: in diesem Falle beobachtet man allgemein ein feines Korn und ein glänzendes Bruchaussehen, während in der nichtschmiedbaren Schweißung das Korn grob und der Bruch matt ist. Es ergaben sich für eine schmiedbare Schweißstelle eines weichen Stahles eine Zerreißfestigkeit von 46,2 kg/mm², eine Elastizitätsgrenze von 35,6 kg/mm² und eine Dehnung von 16,8 %, für eine nichtschmiedbare Schweißstelle die Werte von 36,8 kg/mm² bzw. 27,7 kg/mm² bzw. 8 %. Die Festigkeitseigenschaften sind demnach bei der schmiedbaren Schweißung höher. Auch die Kerbzähigkeit der schmiedbaren Schweißstelle ist derjenigen der nichtschmiedbaren überlegen. Desgleichen besitzt die schmiedbare Schweißstelle einen höheren Korrosionswiderstand.

Im Interesse der Sicherheit in der Ausführung der elektrischen Lichtbogenschweißung erscheint eine besondere Einteilung der Elektroden im Interesse der Sicherheit der auszuführenden Schweißung empfehlenswert, u. zw. könnte sich diese Einteilung nach dem Verwendungszweck des geschweißten Werkstoffes richten (Eisenkonstruktion, Kesselbau, Hochdruckbehälter usw.). Für diese verschiedenen Arbeiten müßte außer den selbstverständlichen guten sonstigen mechanischen Eigenschaften der geschweißten Stelle auch die Schmiedbarkeit verlangt werden. Die Schmiedbarkeit gibt dann aber auch einen Anhaltspunkt für den Wert der für die elektrische Lichtbogenschweißung angewendeten Elektrode. (R. Sarazin, Rev. Soud. autog. 1931, S. 2242.) *Kp.*

Werkstoffe auf der Leipziger Messe. — Zum erstenmal war auf der Leipziger Messe in diesem Jahr den Werkstoffen ein breiterer Raum gewährt. In erster Linie kam dies allerdings den mannigfachen Materialien des Baugewerbes zugute, doch zeigten auch die Sonderschau „Stahl", die Stände der Nichteisenmetalle und besonders die Isolier- und Preßstoffe im „Haus der Elektrotechnik" dem Elektrotechniker klar, wie weit die Forschung die Leistungsfähigkeit der Materialien gesteigert hat. Durch die außerordentliche Verbilligung des Kupfers ist dieses wieder an vielen Stellen in den Vordergrund gerückt, wo man eine Zeitlang aus wirtschaftlichen Gründen zum Leichtmetall übergehen wollte. Anderseits haben die Preisverhältnisse auf dem Edelmetallmarkt dazu geführt, daß Silber in Kontaktorganen bis zu höheren Stromstärken verwandt wird als früher. Die keramischen Massen haben keine nennenswerte Entwicklung seit dem vorigen Jahre zu verzeichnen. Ihre Spitzenleistungen waren wiederum durch die Ausstellung großer Durchführungen und Stützer veranschaulicht. Hartporzellan wird für die Haube des Sigma-Bügeleisens (BBC) verwendet, doch wird man abzuwarten haben, ob diesem Vorgang ein weiteres Eindringen in das Gebiet der Wärmegeräte folgen wird. Die Kunstharzpreßmassen sind inzwischen, sowohl was ihre Eigenschaften als auch ihre leichte Verarbeitbarkeit anbelangt, soweit entwickelt und in so viele Zweige der Technik eingedrungen, daß man ihnen fast auf jedem Stand begegnet. Es muß jedoch bezweifelt werden, ob sich die Preßmassen überall dort, wo sie heute propagiert werden, behaupten können. Es wäre zur Vermeidung von Rückschlägen zu wünschen, daß sie tatsächlich nur dort verwendet werden, wo ihre besonderen Eigenschaften zu technischen oder wirtschaftlichen Vorteilen gegenüber dem bis dahin verwendeten Metall, Holz oder anderen Stoffen führen. Selbst dann würde ihnen noch ein außerordent-

[1] K. Drewnowski, Rev. gén. Electr. Bd. 30 (1931), S. 534; Arch. Elektrotechn. Bd. 27 (1933), S. 229.
[2] H. J. Ryan, Proc. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 35 (1916), S. 1187.
[3] Regerbis, ETZ 1925, S. 298 u. 336.

Digitized by Google

lich weites Feld zur Verfügung stehen. Die plastische Masse „Trolitul“[1] möge noch Erwähnung finden, da sie jetzt in Form von Folien auf dem Markt ist. Die Folien sind glasklar und farblos; ihre physikalischen Eigenschaften machen sie geeignet, als Isolierstoff, vornehmlich in der Schwachstromtechnik, verwendet zu werden. *v. R.*

[1] ETZ 1932, S. 132.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*.
(Die **fettgedruckten** Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Nordwestdeutsche Kraftwerke AG.*	Elektrizitätswerke der Stadt Aachen	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG.*	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG.[1]	Rheinische Elektrizitätswerke im Braunkohlenrevier AG.	Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG.	Städtisches Elektrizitätswerk Bielefeld	Elektrizitätswerk Rheinhessen AG.	Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		überwiegend Land durch getrennte Werke	Stadtversorgung	Großversorgungs-Unternehmen	Großversorgungs-Unternehmen	Versorgung der Stadt Köln und des Kreises Bergheim	Überland- und Großabnehmerversorgung	Stadt- und Nachbarortversorgung	überwiegend Landwirtschaft	Überland- und Großabnehmerversorgung
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	**88 945**[1] *88 945*	**12 000** *12 000*	**896 637** *926 593*	**230 041** *229 881*	**174 000** *174 000*	**139 215** *138 985*	**30 800** *30 800*	**9 965** *9 965*	**10 200** *16 600*
II. Strommengen	10^3 kWh									
a) Eigenerzeugung	„	**160 495** *183 161*	**20 825** *24 093*		**441 533** *496 906*	**322 519** *370 018*	**165 661** *189 526*	**37 324** *39 931*	**20 449** *20 506*	**243** *3 667*
b) Bezug	„	**60 537** *60 396*	**12 651** *12 765*	••	**74 537** *71 568*	**16 663** *12 819*	**21 485** *22 435*	— —	**7 732** *12 488*	**37 366** *41 746*
c) Gesamtmenge	„	**221 032** *243 557*	**33 476** *36 858*		**516 070** *568 474*	**339 182** *382 837*	**187 149** *211 961*	**37 324** *39 931*	**28 181** *32 991*	**37 609** *45 413*
III. Nutzbare Abgabe	„	**208 787** *218 229*	**28 244** *31 001*	**2 286 000** *2 609 000*	**449 160** *492 964*	**325 519** *367 634*	**166 759** *190 054*	**31 285** *33 675*	**22 500** *26 900*	**32 661** *39 577*
B Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen										
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	10^3 RM	**26 515** *25 797*	**3 834** *4 071*		**107 507** *278 861*[2]	**24 278** *24 278*	**34 524** *34 142*	**3 330** *5 426*		**7 544**[1] *7 734*[1]
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„	**14 427** *14 412*	**4 790** *4 817*	**743 721**[1] *665 470*[1]	**174 020** —[2]	**3 320** *3 319*	**22 738** *22 271*	**5 859** *6 707*	**16 844**[1] *16 896*[1]	**12 124**[1] *11 855*[1]
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	**3** *397*	— —		**2 116** *5 463*	— —	**1 156** —	— —		— —
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	**0** *0*	**9** *12*		**2 373** —	**35** *35*	— —	**149** *204*	**70** *90*	**0** *0*
Summe I	„	**40 945** *40 606*	**8 633** *8 900*	**743 721** *665 470*	**286 017** *284 324*	**27 633** *27 632*	**58 418** *56 413*	**9 337** *12 337*	**16 914** *16 986*	**19 668** *19 557*
Jahresunterschied	„ %	**+ 339** *+ 0,7*	**— 267** *— 3*	**+ 78 251** *+ 11,7*	**+ 1 693** *+ 0,6*	— —	**+ 2 005** *+ 3,6*	**— 3 000**[1] *— 25*	**— 7,2** *— 0,4*	**+ 81** *+ 0,4*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**1 684** *1 684*	— —	**161 906** *152 558*	**14 265** *9 517*	— —	**1 005** *733*	— —	— —	**1 386** *1 386*
III. Umlaufsvermögen	10^3 RM									
1. Vorräte		**1 154** *1 127*	—[1] —[1]	**10 398** *8 163*	**568** *852*	**58** *47*	**1 238** *1 353*	**180** *422*	**353** *535*	**570** *695*
2. Eigene Aktien	„	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	**733** [2]	— —	**8 974** *39 329*	**50 090**[3] *50 872*[3]	**5 156**[1] —	— —	— —	— —	— —
b) an sonstige Schuldner	„	**1 555** *2 526*	**98** *113*	**115 501** *133 986*	**68 459**[4] *74 577*[4]	**1 355** *1 673*	**4 077** *5 470*	**359** *205*	**1 240** *1 225*	**5 040** *4 363*
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse)	„	**2 735** *2 011*	**2 895**[3] *3 022*	**1 735** *180*	**4 898** *9 456*	**100** —	**754** *398*	— —	**666** *530*	**75** *45*
Summe III	„	**6 177** *5 664*	**3 093** *3 135*	**136 608** *181 658*	**124 015** *135 757*	**6 669** *1 720*	**6 069** *7 221*	**539** *627*	**2 259** *2 290*	**5 685** *5 104*
Jahresunterschied	„ %	**512** *+ 9*	**— 42** *— 1,4*	**— 55 050** *— 30*	**— 11 742** *— 8,4*	— —	**— 1 152** *— 15,5*	**— 112** *— 18*	**— 31** *— 1,4*	**+ 581** *+ 11,4*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**48 806** *49 350*	**11 726** *12 035*	**1 042 235** *999 686*	**425 074**[5] *429 598*	**34 302** *29 353*	**65 492** *64 367*	**9 876** *12 964*	**19 173** *19 275*	**26 739** *26 077*
b) Passiva										
I. Grundkapital	„	**12 000** *12 000*	**4 218**[3] *4 169*[3]	**246 000**[3] *243 000*	**120 000** *120 000*	**12 800** *12 800*	**12 000** *12 000*	**3 818**[3] *3 041*	**8 000** *8 000*	**10 000** *10 000*
II. Reservefonds	„	**1 570** *1 509*	— —	**53 976** *53 772*	**14 624** *13 200*	**1 280** *1 280*	**1 315** *1 315*	— —	**800** *800*	**180** *148*
III. Rückstellungen	„	**760** *280*	**200** *200*	**10 178** —	**7 672** *11 393*	**291** *807*	**31 730** *29 680*	**175** *175*	**675** *652*	**36** *35*
IV. Wertberichtigungsposten	„	**17 250** *15 100*	**12** *125*	**276 151** *209 903*	**76 695** *65 264*	**15 475** *13 475*		— *3 777*[3]	**6 790** *6 745*	**5 918** *5 785*
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	**59 251** *62 971*	**686** —	— —	— —	— —	— —	— —
2. aus Anleihen	„	**15 871** *16 376*	**5 103** *5 159*	**293 112** *297 839*	**171 709** *161 355*	**540** *573*	**14 341** *15 831*	**3 719** *3 838*	**1 704** *1 719*	— —
3. Sonstige	„	**428** *3 128*	— —	**92 792** *120 945*	**33 688** *57 989*	**3 846**[3] *349*	**5 264** *4 465*	**1 839** *1 852*	**673** *754*	**10 177** *9 461*
Summe V	„	**16 299** *19 504*	**5 103** *5 159*	**445 155** *481 755*	**206 083** *219 344*	**4 386** *932*	**19 605** *20 296*	**5 558** *5 690*	**2 377** *2 473*	**10 177** *9 461*
Jahresunterschied	„ %	**— 3 295** *— 16,4*	**— 56** *— 1*	**— 36 600** *— 7,5*	**— 13 261** *— 6,5*	— —	**— 691** *— 3,4*	**— 132** *— 2,3*	**— 98** *— 4*	**+ 716** *+ 7,4*
VI. Reingewinn	10^3 RM	**927**	**2 193**[4]	**10 775**	—[6]	**70**	**842**	**325**[4]	**531**	**428**
Dividende	%	**6**	—[4]	**5**	—	**0**	**7**	—	**6**	**4**
	10^3 RM	*957*	*2 382*	*11 256*	*397*[6]	*69*	*1 076*	*281*	*605*	*643*
	%	*7*	—	*5*	*0*	*0*	*9*	—	*7*	*6*
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**48 806** *49 350*	**11 726** *12 035*	**1 042 235** *999 686*	**425 074** *429 598*	**34 302** *29 653*	**65 492** *64 367*	**9 876** *12 964*	**19 173** *19 275*	**26 739** *26 077*

* Vgl. ETZ 1933, S. 91.

Digitized by Google

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Nordwestdeutsche Kraftwerke AG.*	Elektrizitätswerk der Stadt Aachen	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG.*	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG.[1]	Rheinische Elektrizitätswerke im Braunkohlenrevier AG.	Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG.	Städtisches Elektrizitätswerk Bielefeld	Elektrizitätswerk Rhein-hessen-AG.	Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		überwiegend Land durch getrennte Werke	Stadtversorgung	Großversorgungsunternehmen	Großversorgungsunternehmen	Versorgung der Stadt Köln und des Kreises Bergheim	Überland- und Großabnehmerversorgung	Stadt- und Nachbarortversorgung	überwiegend Landwirtschaft	Überland- und Großabnehmerversorgung
C Gewinn- und Verlustrechnung										
a) Aufwendungen										
I. Ausgaben für	10^3 RM									
1. Betrieb	"	**1 842**[2]	**1 740**	**3 316**[3]	**17 435**	**850**	**6 450**	**1 833**	**561**[2]	**3 553**
		301[2]	*2 078*	*12 337*[3]	*18 538*	*977*	*7 746*	*2 066*	*614*[2]	*3 941*
2. Sonstiges	"	**2 241**[4]	**53**		**1 569**	—	—	—	—	—
		0	*66*		*3 170*	—	—	—	—	—
II. Abschreibungen	"	**2 491**	**541**	**27 819**	—	**2 000**	**2 229**	**1 086**	**560**	**218**
		2 005	*565*	*25 412*	*5 912*	*2 500*	*2 792*	*1 298*	*630*	*418*
III. Zinsen	"	**627**	**373**	**24 628**[3]	**13 713**	—	**1 291**	**266**	**165**	—
		804	*349*	*19 710*[3]	—	—	*1 464*	*340*	*142*	—
IV. Steuern	"	**807**	**120**	[3]	—	—	**1 155**	**1 050**	—	**719**
		1 032	*120*	[3]	—	—	*1 159*	*954*	—	*678*
Summe a)	"	**8 008**	**2 827**	**55 763**	**32 717**	**2 850**	**11 125**	**4 235**	**1 286**	**4 490**
		4 142	*3 178*	*57 459*	*27 620*	*3 477*	*13 161*	*4 658*	*1 286*	*5 037*
Jahresunterschied	"	—[3]	— **351**	— **1 696**	+ **5 097**		— **2 036**	— **423**	**0**	— **547**
	%	+[3]	— *11*	— *2,95*	+ *5,5*		— *15,5*	— *9*		— *5,4*
V. Reingewinn (+)	10^3 RM	**927**	**2 193**	**10 775**	—	**70**	**842**	**325**	**531**	**428**
		957	*2 382*	*11 256*	*397*	*69*	*1 076*	*281*	*606*	*648*
Jahresunterschied	"	— **30**	— **189**	— **481**	— **1 174**[4]	—	— **234**	+ **44**	— **75**	— **180**
	%	— *3*	— *8*	— *4,5*	—	—	— *11,8*	+ *15*	— *12,5*	— *29*
VI. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**8 935**	**5 020**	**66 538**	**32 717**	**2 920**	**11 967**	**4 560**	**1 817**	**4 918**
		5 099	*5 560*	*68 715*	*28 017*	*3 546*	*14 237*	*4 939*	*1 892*	*5 685*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf	"		**4 893**	**48 839**[4]	**23 661**	**2 648**	**11 950**	**4 073**		
			5 419	*49 962*[4]	*28 017*[7]	*3 365*	*14 208*	*4 531*		
2. Installationen	"	**8 167**	**64**	—	—	—	—	**212**	**1 772**	**4 915**
		5 051	*102*	—	—	—	—	*194*	*1 861*	*5 683*
3. Sonstigem	"		**63**	**3 196**[4]	**1 964**	**202**	—	**214**		
			39	*3 881*[4]	—[7]	*114*	—	*214*		
Summe I	"	**8 167**	**5 020**	**52 035**	**25 625**	**2 851**	**11 950**	**4 499**	**1 772**	**4 915**
		5 051	*5 560*	*53 843*	*28 017*	*3 479*	*14 208*	*4 939*	*1 841*	*5 683*
Jahresunterschied	"	+ **3 116**	— **540**	— **1 808**	— **2 392**		— **2 258**	— **440**	— **69**	— **772**
	%	+ *60*	— *9,7*	— *3,3*	— *8*		— *15,5*	— *9*	— *3,4*	— *13,5*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**115**	—	**14 008**	—	—	—			
		0	—	*14 816*	—	—	—			
III. Vortrag und Sonstiges	"	**653**	—	**495**	**6 315**[8]	**69**	**17**	**61**	**45**	**3**
		48	—	*56*	—	*67*	*29*	—	*51*	*2*
Summe b)	"	**8 935**	**5 020**	**66 538**	**31 940**	**2 920**	**11 967**	**4 560**	**1 817**	**4 918**
		5 099	*5 560*	*68 715*	*28 017*	*3 546*	*14 237*	*4 939*	*1 892*	*5 685*
Jahresunterschied	"	+ **3 836**	— **540**	— **2 177**	— **3 923**	—	— **2 270**	— **379**	— **75**	— **767**
	%	+ *75*	— *9,7*	— *3,1*	— *8*	—	— *15,5*	— *7,5*	— *4*	— *13,5*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**8 935**	**5 020**	**66 538**	**32 717**[9]	**2 920**	**11 967**	**4 560**	**1 817**	**4 918**
		5 099	*5 560*	*68 715*	*28 017*	*3 546*	*14 237*	*4 939*	*1 892*	*5 685*

Bemerkungen:

Zu I.

* Die behandelten Geschäftsberichte beziehen sich auf die Zeiten vom 1. 10. 1931 bis 30. 9. 1932 bzw. vom 1. 10. 1930 bis 30. 9. 1931.

1 Die angegebene Leistung ist die Summe der Leistungen der drei Kraftwerke Harburg-Wilhelmsburg, Lübeck und Wiesmoor.

2 Für das Jahr 1930/1931 nicht gesondert ausgewiesen.

3 Diese Zahlen der Jahre 1931/1932 und 1930/1931 sind wegen wesentlich verschiedener Bilanzierungsart nicht miteinander vergleichbar; so sind in der Bilanz 1931/1932 die Löhne, Gehälter, soziale Abgaben besonders aufgeführt, in der Bilanz 1930/1931 aber über Gewinn und Verlust abgebucht.

4 Die Summe besteht hauptsächlich aus Buchverlusten auf Effekten, Anleihen und Anleihewerten.

Zu II.

1 Vorräte sind nicht ausgewiesen.

2 Als Kassenbestand sind in beiden Jahren rd. 3 Mill RM aufgeführt; es handelt sich offenbar um das Bankguthaben des EW bei der Stadtbank, der alle Überschüsse zugeführt werden.

3 Kapitalanteil der Stadt.

4 Dividende wird als städtisches Unternehmen nicht verteilt.

Zu III.

* Die behandelten Geschäftsberichte beziehen sich auf die Zeiten vom 1. 7. 1931 bis 30. 6. 1932 bzw. vom 1. 7. 1930 bis 30. 6. 1931.

** Diese Angaben sind in der Statistik der VdEW nicht angegeben und auch nicht aus den Geschäftsberichten zu ersehen.

1 Die Bilanz des großen RWE-Konzernes umfaßt außer der Eltversorgung auch Gasversorgung- und Straßenbahn-Unternehmungen; doch werden sämtliche eigenen Unternehmungen über ein gemeinsames Anlagekonto geführt, so daß in der Tabelle die Posten B I 1 ... 4 nur in einer Summe erscheinen. Das Anwachsen dieser Summe um 78,251 Mill RM setzt sich zusammen aus:
rd. 17,0 Mill. RM für Übernahme von Netzen,
rd. 61,0 Mill RM für Übernahme der drei bis dahin als selbständige Werke geführten Unternehmungen
Bergische EWerke m. b. H., Reißholz,
EW-Berggeist AG., Brühl,
Bergische Licht- und Kraftwerke AG., Lennep.
Die Bergische EW. m. b. H. ist liquidiert, die beiden anderen Unternehmungen werden als Betriebsverwaltungen weiter geführt.

2 Das AK. von 246 Mill RM setzt sich zusammen aus:
235,6 Mill RM Inhaber-Aktien,
10,4 Mill RM Namens-Aktien.

3 Die hier angegebenen Zahlen sind in der Gewinn- und Verlustrechnung nur in einer Summe angegeben. Die Trennung, die hier vorgenommen ist, war nach den Angaben des Geschäftsberichtes möglich. Die Höhe der Steuern ließ sich jedoch nicht feststellen.

4 Für die hier angegebenen Zahlen gilt das gleiche wie unter 3.

Zu IV.

1 Im Jahre 1930 hat die bisherige Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H. mit 5 ihr bereits gehörenden Unternehmungen eine neue Aktiengesellschaft unter der Firma „Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG." gegründet.
Die bearbeiteten Geschäftsberichte umfassen mithin das erste und zweite Geschäftsjahr dieser AG.

2 Die Summe von 278,9 Mill RM enthält auch die Anlagewerte der Fortleitungs- und Verteilungsanlagen I. 2, da diese in der Bilanz von 1930 nicht gesondert gebucht sind.

Digitized by Google

3 In diesen Summen sind unter anderen je 21 Mill RM Forderungen an die „Westfälische Elektrizitätswirtschaft G. m. b. H." (WEW. G. m. b. H.) enthalten. Diese Gesellschaft ist durch Firmenänderung aus der bisherigen Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H. entstanden. Sie besitzt, ebenso wie ihre Vorgängerin, die VEW. G. m. b. H., sämtliche Stammaktien der hier behandelten VEW. AG.

4 In diesen Summen sind je 45 Mill RM nicht eingezahlten Aktienkapitals auf Vorratsaktien enthalten und außerdem das Disagio-Konto von 13 263 (13 932) RM.

5 In der Bilanzzahl für 1931 ist der vorgetragene Verlust dieses Jahres mit 0,777 Mill RM enthalten.

6 Der Ertrag des Unternehmens hat sich von einem Gewinn von 0,397 Mill RM im Jahre 1930 in einen vorgetragenen Verlust von 0,777 Mill RM im Jahre 1931 gewandelt, also im ganzen um 1,174 Mill RM gesenkt.

7 In der Gewinn- und Verlustrechnung für 1930 ist auf der rechten Seite nur eine Zahl angegeben.

8 Hierin sind enthalten 5,930 Mill RM Abschreibungen, die dem Reservefonds entnommen sind.

9 wie 5.

Zu V.

1 Diese Summe betrifft eine im Jahre 1931 neu aufgetretene Forderung an die Rheinische AG. für Braunkohlen-Bergbau und Brikett-Fabrikation Köln.

2 Die Verbindlichkeiten sind im Jahre 1931 um rd. 3,5 Mill RM gestiegen; nähere Angaben über die Veränderungen 1 und 2 sind aus der Bilanz und dem Geschäftsberichte nicht zu ersehen.

Zu VII.

1 Durch starke innere Abschreibungen haben sich die gesamten Anlagewerte im Jahre 1931 gegen 1930 um 25 % vermindert.

2 Das städtische E-W wird wie die übrigen städtischen Betriebe nicht als AG. geführt; es hat auch keine eigene Kasse, sondern läßt sein Rechnungswesen über die Kämmereikasse gehen.

3 Siehe 1.

4 Infolge der unter 2 angegebenen Abrechnungsweise erscheint der Reingewinn als Abführung an die Kämmereikasse.

Zu VIII.

1 In diesen Summen ist das inzwischen aufgegebene Gaswerk Flonheim noch mit 0,196 (0,567) Mill RM enthalten.

2 Betriebsunkosten sind nicht gebucht, sondern, wie auch die Steuern, über Stromverkauf geführt, die angegebenen Summen sind als „Pachtabgaben" bezeichnet.

Zu IX.

1 In diesen Zahlen sind die Anlagen des Gaswerkes und seines Rohrnetzes mit enthalten.

AUS LETZTER ZEIT.

Europäische Funkkonferenz 1933. — Auf der Weltfunkkonferenz Madrid 1932[1] haben die Vertreter der europäischen Länder beschlossen, auf einer besonderen Funkkonferenz eine neue Reglung der Wellenverteilung für den Rundfunk des europäischen Bereichs im Rahmen der in Madrid festgelegten Richtlinien vorzunehmen. Die Europäische Funkkonferenz wurde am 15. V. in Luzern eröffnet. Vertreten sind die Regierungen von 33 europäischen Staaten und außereuropäischen Randstaaten des Mittelmeers. Die Arbeitsteilung wurde wie folgt geregelt: Drei Kommissionen sollen zunächst unter dem Vorsitz Großbritanniens, Italiens und der Tschechoslowakei technische Fragen behandeln; die vierte Kommission unter dem Vorsitz des deutschen Delegationsführers hat dann den neuen Wellenplan auszuarbeiten. Die Führung der deutschen Delegation liegt wieder in Händen des Ministerialdirektors Gieß vom Reichspostministerium.

30 Jahre Telefunken. — Am 27. V. 1903 wurde die heutige „Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" gegründet, deren nun 30jährige Geschichte mit der Geschichte des Funkwesens überhaupt gleichgesetzt werden darf. Die ETZ hat schon anläßlich der 25-Jahr-Feier über die Marksteine dieser Entwicklung berichtet[2]. In der Zwischenzeit errichtete Telefunken weitere Anlagen aller Größen und in allen Weltteilen und führte die Forschung auf alten und neuen Gebieten richtunggebend weiter. Das 31. Lebensjahr der Firma beginnt am 28. V. mit der Inbetriebsetzung des Telefunken-Großsenders auf dem Bisamberg bei Wien; dieser Sender ist mit den neuen Großleistungsröhren von 300 kW ausgerüstet.

[1] ETZ 1932, S. 231.
[2] ETZ 1928, S. 803.

London—Bombay. — Am 1. V. ist die Funkfernsprech-Verbindung London—Bombay in Betrieb genommen worden. Damit hat Indien als das erste der großen Reiche Asiens Anschluß an das internationale Fernsprechnetz und als letztes der großen Mitglieder des britischen Reichs Fernsprechverbindung mit dem Mutterland erhalten. In Indien nahmen zunächst nur Bombay und Poona am Fernsprechverkehr über die neue Funklinie teil. Seit dem 8. V. können auch von Deutschland aus Gespräche mit Indien (über London) geführt werden; ein Dreiminutengespräch kostet 136 RM.

Stromversorgung von Konstantinopel. — Die seit Jahren gleichmäßig stark aufwärtsführende Entwicklung der Stromerzeugung der Soc. Anon. Turque d'Electricité, des Stromversorgungsunternehmens von Konstantinopel hielt auch im Jahre 1932 an. Die Erzeugung betrug 87,8 Mill kWh gegen 84,7 i. V. und 57,9 Mill kWh im Jahre 1928. Die Zahl der Verbraucher belief sich 1932 auf 78 835 gegen 73 079 im Vorjahr und 47 850 im Jahre 1928.

Ruby-Talsperre. — Am Skagit-Fluß, an der Grenze zwischen dem Staate Washington und Britisch-Kolumbien soll demnächst der Bau der Ruby-Talsperre in Angriff genommen werden. Die Kosten der Anlage werden auf 18 500 000 Dollar geschätzt, wobei besonders hervorgehoben wird, daß durch diese Bauausführung 15 000 Personen Beschäftigung finden werden.

Dieselelektrische Lokomotiven für Argentinien. — Ende März kamen im Hafen von Buenos Aires vier dieselelektrische Lokomotiven für die Südbahn an, von denen drei in den lokalen Vorortverkehr eingestellt werden sollen. Diese Lokomotiven haben zwei Sulzer-Dieselmotoren und Dynamos von Brown Boveri & Cie. Die Motoren besitzen je 850 PS, zusammen also 1700 PS, und lassen eine Geschwindigkeit bis zu 70 km/h erreichen. Die vierte Lokomotive ist für den Dienst auf längere Strecken vorgesehen. Sie ist die neueste Konstruktion der Werkstätten von Armstrong, Whitworth, England, und wurde mit Sulzer-Dieselmotoren ausgerüstet, die in der Schweiz hergestellt worden sind. Das Gewicht jeder Maschine beträgt 140 t.

Abbau des Insull-Konzerns. — Im Rahmen der Reorganisierung des Insull-Konzerns ist die New-England Public Service Co., die früher zum Konzern der Middle West Utilities Co. gehörte, in die Hände einer hinter diesem Unternehmen stehenden Finanzgruppe unter Führung von W. S. Wyman übergegangen. Diese Gruppe kaufte 52 % des Stammaktienkapitals aus den Händen der Central Hanover Bank and Trust Co. (Illinois), die dies Paket zum Preise von 7,56 Mill RM erworben hatte. Weitere 20,8 % des Kapitals liegen bei der Manufacturers Trust Co., 17,7 % bei der National Electric Power-Gruppe und 1,2 % bei der Chase National Bank.

Ferner besteht der Plan, fünf im Osten des Insullbereichs arbeitende Elektrizitätsgesellschaften in einer neuen Dachgesellschaft zusammenzuschließen. Die größeren Unternehmungen hiervon sind die Penn Central Light and Power Co. mit 212,22 und die Florida Power Corp. mit 98,45 Mill kWh Stromerzeugung im Jahre 1932. Die anderen Gesellschaften sind die Tide Water Power Co., die Michigan Electric Power Co. und die Georgia Power and Light Co.

Neue Vorstandsmitglieder der AEG. — Die bisherigen stellvertretenden Vorstandsmitglieder Elfe, Froese, Dr. Lemcke, Jonas, Prof. Rachel und Baurat Spennrath sind zu ordentlichen Vorstandsmitgliedern ernannt, die Herren Dr. Boden, Koehn und Prof. Ramsauer zu stellvertretenden Vorstandsmitgliedern bestellt.

K. W. Wagner. — Der Direktor des Heinrich-Hertz-Instituts in Berlin, Prof. Dr. K. W. Wagner, trug als Gast der elektrotechnischen und physikalischen Gesellschaften Italiens am Physikalischen Institut Bologna über seine Forschungen auf dem Gebiet der Elektroakustik und des Rundfunks vor.

Elihu Thomson. — Am 29. III. d. J. feierte eine auserwählte Gesellschaft der technischen und physikalischen Gelehrtenwelt und Lehrerschaft der V. S. Amerika im Massachusetts Institute of Technology in Boston den 80. Geburtstag von Prof. Elihu Thomson. Präsident T. Compton gab einen Überblick über das Lebenswerk des großen Physikers und Elektrotechnikers; eine Ausstellung ältester bis neuester Schöpfungen Thomsons führte dieses reizvoll vor Augen. E. W. Rice gab persönliche Erinnerungen aus seiner mit dem Jubilar seit 60 Jahren bestehenden Freundschaft und Mitarbeit zum besten.

Digitized by Google

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 30. Mai 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Obering. Dr.-Ing. F. Kesselring über das Thema: „Untersuchungen an elektrischen Lichtbögen".

Inhaltsangabe:

I. Überblick.

II. Der brennende Bogen.
Messungen an Gleich- und Wechselstrombögen, Zusammenhang zwischen Strom, Gradient, Elektronendichte, Temperatur, Durchmesser usw., zeitlicher Verlauf dieser Größen bei Wechselstrom. Film: Lichtbogen während des Stromnulldurchganges. Theoretische Deutung der Meßergebnisse.

III. Der erlöschende Bogen.
Löschung bei Gleichstrom, Nulldurchgang bei Wechselstrombögen, Wiederzündvorgang, Elektronenschwund, Vorbereitung der brennenden Säule auf die Löschung. Formulierung der Löschbedingung.

IV. Ausblick.
Schlußfolgerungen aus den Untersuchungen unter II und III. Bericht über Versuche mit einem Löschprinzip für sehr hohe Abschaltleistungen. Zusammenfassung.

Die Vorführung von Lichtbildern bei der Aussprache über den Vortrag ist nur zulässig, wenn sich der Vorsitzende vor Beginn der Sitzung damit einverstanden erklärt hat.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können gegen Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarte oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte zu 1 RM an der Sitzung teilnehmen. Die Gastkarten können in der Geschäftstelle oder vor Beginn der Sitzung bei der Saalkontrolle gelöst werden.

Ohne Karten kein Zutritt. Garderobe frei.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Ordentliche Sitzung

am 25. April 1933, 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Matthias.

Vorsitzender: Sehr geehrte Damen und Herren, in Vertretung des leider verhinderten Herrn Vereinsvorsitzenden eröffne ich die Sitzung und heiße Sie alle, insbesondere unsere Gäste, herzlich willkommen. Gegen den Bericht über die letzte ordentliche Sitzung am 28. III. sind Einwendungen nicht eingegangen. Der Bericht ist somit angenommen. Seit der letzten Sitzung haben sich 8 neue Mitglieder angemeldet. Die Liste liegt hier aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 30. V. wird voraussichtlich Herr Obering. Dr.-Ing. Kesselring vortragen, u. zw. über „Untersuchungen an elektrischen Lichtbögen".

Der Ingenieurdienst e. V., Bezirkstelle Berlin, veranstaltet am Freitag, dem 28. IV., 8 Uhr abends, in der Technischen Hochschule, hier, Hörsaal E. B. Nr. 301, einen Vortrag des Herrn Professor Dr. Leschke über das Thema: „Mechanik und Leben". Das Eintrittsgeld beträgt 1 RM und kommt in voller Höhe der Hilfskasse des Ingenieurdienstes zugute. Mit Rücksicht auf den wohltätigen Zweck wird um zahlreichen Besuch des Vortrags gebeten. Bestellungen nimmt die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins entgegen.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt unserer Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Freiberger über das Thema: „Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom". Meine Damen und Herren, hier wird ein Gebiet behandelt, das vor allen Dingen uns Elektrotechniker, soweit wir die Verantwortung und Sorge für Wohlergehen und Gesundheit unserer Mitmenschen haben, ganz außerordentlich berührt und oft mit großer Sorge bedrückt. Der Elektrotechnische Verein kann sich rühmen, sich dieser leider noch vernachlässigten Frage seit langem angenommen zu haben. Wir haben einen Ausschuß, der unter der Führung des Präsidenten a. D. Prof. Dr. Strecker gestanden hat und auf diesem Gebiete tätig ist; wir haben ein hervorragendes Mitglied in Herrn Alvensleben, der sich in dieser Hinsicht ganz außerordentlich rührig betätigt und auch vor einiger Zeit hier einen Vortrag gehalten hat; wir haben auch schon verschiedentlich finanziell fördernd eingegriffen.

Der heutige Vortrag schildert Arbeiten, die von der Direktion der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke AG. eingeleitet und in dankenswerter Weise mit finanziellen Opfern durchgeführt worden sind. Herr Freiberger hat sich der außerordentlichen Mühe und Verantwortung unterzogen, hier in ein Gebiet hineinzusteigen, das für uns Elektrotechniker eigentlich insofern schwierig ist, weil es hart an der Grenze des medizinischen Gebiets liegt. Herr Freiberger hat sich bewußt bemüht, seine Arbeiten möglichst elektrotechnisch einzustellen. Bei dieser starken Annäherung an die Grenze des Medizinischen hat sich der Elektrotechnische Verein veranlaßt gesehen, eine Reihe von medizinischen Organisationen, die er gern für dieses Gebiet weiterhin interessieren möchte, einzuladen. Ich gestatte mir im Namen des Elektrotechnischen Vereins die erschienenen Herren Vertreter dieser Organisationen hiermit herzlichst zu begrüßen.

Ich darf nun das Wort dem Herrn Vortragenden, Herrn Dipl.-Ing. Freiberger, erteilen.

(Folgt Vortrag)

Vorsitzender: Sehr geehrte Damen und Herren, der Herr Vortragende hat es mit großem Geschick verstanden, uns in dieses eigenartige Gebiet einzuführen. Die Schlußfolgerungen, die er aus seiner Arbeit gezogen hat, sind für uns Elektrotechniker ganz außerordentlich anschaulich und einleuchtend. Es wäre zu hoffen, daß sie auch für die Herren Mediziner etwas mehr als eine Arbeitshypothese werden, daß sich vielmehr herausstellen möchte, daß hier wissenschaftliche Pionierarbeit geleistet worden ist. Auch in apparativer Hinsicht hat Herr Freiberger wertvolle Entwicklungsarbeit geleistet. Ich glaube, daß es sehr nützlich wäre, wenn seine Einrichtungen in den Betrieben aufgebaut würden und den Elektromonteuren unter Vorsichtsmaßregeln Gelegenheit gegeben würde, die Wirkungen großflächigen Übergangs bei geringen Spannungen zu spüren. Auch in den Laboratorien unserer Lehrstätten sollte man den heranwachsenden Ingenieuren ein Gefühl für diese Gefahren geben.

Ich darf in Ihrem Namen Herrn Freiberger herzlich danken und eröffne nun die Diskussion. (Beifall.)

(Besprechung folgt.)

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Deuringer, Hans, Dipl.-Ing., Innsbruck.
Fuchs, Josef, Berlin.
Gottschalk, Heinz, Berlin.
Jentschura, Georg, Bln.-Neukölln.
Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag, Kiruna.
Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag, Malmberget.
Silbermann, Salman, Dipl.-Ing., Obering., Bln.-Wilmersdorf.
Schwarz, Oskar, Berlin.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Vorschriftenbuch.

Der erste Druck der neuen 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933, der am 1. März erschien, war bereits nach 14 Tagen vergriffen. Ein Nachdruck ist inzwischen angefertigt worden und ist versandbereit. Da dieser Nachdruck nur gering bemessen ist, empfiehlt es sich, weiteren Bedarf sofort aufzugeben. Die Preise sind nach wie vor:

Für Nichtmitglieder: 16,20 RM.
Für VDE-Mitglieder: 14,60 RM.

Umtausch-Angebot: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. oder 18. Auflage 13,80 RM.

(Frühere Auflagen als diese können nicht eingetauscht werden.)

Kommission für Installationsmaterial.

Schlußentwurf.

Ergänzungen zu

VDE 0610/1928

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I."

Gültig ab 1. Juli 1933[1].

§ 26.

Mechanische Sicherheit.

In der Vorschrift a) wird folgende Vorbemerkung eingefügt:

Gilt nicht für 1- und 2-polige Dosenschalter mit Nennstromstärken bis einschließlich 10 A und 250 V Nennspannung (siehe § 29).

§ 29.

Feuersicherheit.

Verhalten im Gebrauch.

Gilt nur für 1- und 2-polige Dosenschalter mit Nennstromstärken bis einschließlich 10 A und 250 V Nennspannung (siehe § 26).

a) Nachstehende Prüfungen sind im Anschluß an die Prüfung nach § 25 an dem gleichen Prüfling vorzunehmen.

b) Der Dosenschalter wird im Gebrauchszustand und in der Gebrauchslage unter Strombelastung mit Nennstrom und Nennspannung absatzweise 20 000 mal geschaltet. Dabei sollen etwa 1500 Stellungswechsel in der Stunde erfolgen.

Anmerkung: Die Prüfung ist vorläufig derart durchzuführen, daß nach je 900 Stellungswechseln eine Pause von ¼ h und nach je 5400 Stellungswechseln eine Pause von ½ h eingelegt wird.

1- und 2-polige Dosenschalter werden mit Wechselstrom $\cos\varphi = 0{,}6$ geprüft mit Ausnahme der 1-poligen 6 A-Schalter für 250 V, die mit $\cos\varphi = 1$ geprüft werden.

c) Die Prüfschaltung wird je nach der Schaltungsart des zu prüfenden Schalters entsprechend den in den Abb. 1, 2 und 4 ··· 7 in § 25 dargestellten Schaltungsplänen ausgeführt.

Der Umschalter *U* ist nach der halben Zahl der vorgeschriebenen Stellungswechsel umzuschalten.

d) Dosenschalter mit Rechts- und Linksdrehung mit Ausnahme der Umschalter 5 (Serienschalter) sind zuerst mit 15 000 Stellungswechseln rechts und sodann mit 5000 Stellungswechseln links zu prüfen.

Umschalter 5 (Serienschalter) werden mit je 10 000 Stellungswechseln in Rechts- und Linksdrehung geprüft. Bei diesen Umschaltern wird die Stromverteilung so eingestellt, daß der Schaltstellung der maximalen Leistung eine Belastung mit der Nennleistung entspricht, während in den übrigen Schaltstellungen nur jeweils die halbe Nennleistung geschaltet wird.

Anmerkung: Die Kipp- und Druckknopfschalter, die eine Verbindung aus zwei 1-poligen Schaltern darstellen, sind wie zwei 1-polige Schalter zu prüfen, wobei die beiden 1-poligen Schalter gleichzeitig betätigt werden.

[1] Angenommen durch den bevollmächtigten Ausschuß 1933.

e) Nach der Prüfung des Schalters muß die Nennleistung bei Gleichspannung 10 mal abgeschaltet werden können, ohne daß ein Lichtbogen stehenbleibt.

Die Kontaktverbindungen dürfen sich nicht gelockert haben; Vergußmasse zur Abdeckung Spannung führender Teile darf nicht ausgelaufen sein.

Ferner muß der Schalter noch eine Spannungsprüfung nach § 23 a) ohne vorhergehende Feuchtigkeitsbehandlung aushalten. Die Prüfspannung ist hierbei gegenüber § 23 a) um 500 V niedriger.

(Ergänzende Bestimmungen über die Prüfung der Feuersicherheit, z. B. in Bezug auf Kriechstrecken und Schaltfeuer, sind in Vorbereitung.)

Bekanntmachungen.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Kommission hatte in ETZ 1933, S. 337, einen Entwurf 1 zu

VDE 0326/1933

„Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken"

mit einer Einspruchsfrist bis zum 1. Mai 1933 veröffentlicht.

Auf Grund von Einsprüchen brauchten keine Änderungen an der veröffentlichten Entwurfsfassung vorgenommen zu werden, so daß diese in unveränderter Form als Schlußentwurf gilt. Dieser wird dem für das Jahr 1933 mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1933 vorgelegt.

Kommission für Elektrowerkzeuge.

Die Kommission hatte in ETZ 1932, Heft 45, Seite 1095, einen Entwurf zu Änderung von § 23 a) in

VDE 0740/1932

„Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V. E. W z."

veröffentlicht.

Die Änderung an den V.E.Wz. wird in der an der vorgenannten Stelle der ETZ veröffentlichten Fassung dem für das Jahr 1933 mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß zur Verabschiedung und Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1933 vorgelegt.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission für Installationsmaterial hatte in der ETZ 1932, Seite 300, einen Entwurf zu Ergänzungen von

VDE 0610/1928

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial K. P. I."

§§ 29 und 45 in Bezug auf Verhalten im Gebrauch veröffentlicht.

Nach Behandlung der eingegangenen Einsprüche wird die endgültige Fassung des Schlußentwurfes nachstehend bekanntgegeben. Sie wird dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung zur Beschlußfassung und Inkraftsetzung vorgelegt werden.

Die Ergänzungen sollen am 1. Juli 1933 in Kraft treten.

Es ist beabsichtigt, die Prüfung über das Verhalten im Gebrauch auch auf Dosenschalter und Steckdosen für Nennstromstärken über 10 A und Nennspannungen über 250 V auszudehnen. Die Untersuchungen hierzu sind für die Stufe 15 A bereits im Gange.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Digitized by Google

§ 42.

Mechanische Sicherheit. Zugentlastung. Verdrehungsschutz.

In der Vorschrift a) wird folgende Vorbemerkung eingefügt:

Gilt nicht für 2-polige Steckdosen 10 A 250 V (siehe § 45).

§ 45.

Feuersicherheit.

Verhalten im Gebrauch.

Gilt nur für 2-polige Steckdosen 10 A 250 V [siehe § 42 a)].

a) Nachstehende Prüfungen sind im Anschluß an die Prüfung nach § 41 an dem gleichen Prüfling vorzunehmen.

b) Im Gebrauchszustand und in der Gebrauchslage wird ein Stecker unter Strombelastung bei Nennstrom und Nennspannung 5000 mal ein- und 5000 mal ausgeführt. Dabei sollen etwa je 15 Ein- und Ausführungen in der Minute erfolgen.

Die Prüfung ist

2500 mal mit Steckern von 4 mm Stiftdurchmesser bei 6 A Wechselstrom 250 V, $\cos\varphi = 1$

und

2500 mal mit Steckern von 5 mm Stiftdurchmesser bei 10 A Wechselstrom 250 V $\cos\varphi = 0{,}6$

auszuführen (Schaltungspläne siehe Abb. 8 und 9).

Der Umschalter *U* ist nach der halben Zahl der vorgeschriebenen Stromunterbrechungen umzuschalten.

c) Nach der Prüfung darf die Steckdose keine für den Gebrauch schädliche Abnutzung aufweisen noch dürfen die in der Isolierabdeckung befindlichen Einführungsöffnungen für die Steckerstifte nennenswert angegriffen sein. Die Kontaktverbindungen dürfen sich nicht gelockert haben. Vergußmasse zur Abdeckung Spannung führender Teile darf nicht ausgelaufen sein.

Ferner muß die Steckdose noch eine Spannungsprüfung nach § 39 a) ohne vorhergehende Feuchtigkeitsbehandlung aushalten. Die Prüfspannung ist hierbei gegenüber § 39 a) um 500 V niedriger.

(Ergänzende Bestimmungen über die Prüfung der Feuersicherheit, z. B. in Bezug auf Kriechstrecken und Schaltfeuer, sind in Vorbereitung).

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Herr Adolf Haenle, Stuttgart, vormals Direktor der Firma C. & E. Fein, konnte am 15. V. auf eine 50jährige Tätigkeit in der Elektrotechnik zurückblicken, deren Entwicklung er in allen Phasen miterlebt und gefördert hat. Die Entstehung zahlreicher Elektrizitätserzeugungs- und -verteilunganlagen in Süddeutschland ist mit seinem Namen verknüpft. Seit 1913 unterhält Herr Haenle in Stuttgart ein eigenes Büro für Elektrotechnik.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Grundlagen des Tonfilms. Von Dr. F. Skaupy bearb. u. Mitw. v. Dr. M. Wolff. Mit 84 Abb. u. 123 S. in 8°. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin 1932. Preis kart. 9,50 RM.

Das Buch bietet einen klaren und umfassenden Überblick über die Probleme der gesamten Tonfilmtechnik. Mit Geschick auf erstaunlich engem Raume zusammengetragen, findet man erstmalig eine leicht verständliche, fast populär-wissenschaftliche Darstellung, die an Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig läßt. Der Verfasser hat alles in die Breite Gehende beiseite gelassen, um lückenlos das Grundsätzliche herauszuschälen. Daher ist auch die Beschreibung von Ausführungen einzelner Firmen und die Diskussion über die Vorzüge der verschiedenen Systeme unterblieben. Eine reiche Auswahl schematischer und graphischer Bilder bringt das in flüssigem Stil Gesagte näher.

Der erste Teil umfaßt den geschichtlichen Werdegang und leitet mit der Erklärung akustischer Grundbegriffe zum zweiten über, der die Aufnahme nach dem Nadeltonverfahren und, recht ausführlich, nach dem Lichttonverfahren beschreibt. Auf Mikrophone und Verstärker, Lichtquellen und photographische Probleme wird näher eingegangen. Der dritte Teil behandelt das Wiedergabeverfahren mit Selenzelle, Photozelle und Tonabnehmer. Die Lautsprecherfrage und das eigentümliche Verhalten der einzelnen Typen findet Erwähnung. Der Anhang spricht vom Synchronismus zwischen Bild und Ton und über die Raumakustik. Ein angefügtes Quellen- und Literaturverzeichnis, auf welches im Text mit laufender Ordnungsnummer Bezug genommen ist, wird jedem willkommen sein, der sich in Teilgebiete aus der Fülle der besprochenen Fragen weiter vertiefen will.

Jos. Mayer.

Praktische Großzahl-Forschung. Methoden zur Betriebs-Überwachung u. Fehlerbeseitigung. Von Dr.-Ing. K. Daeves. Mit 58 Abb., 13 Zahlentaf. u. 132 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1933. Preis geb. 7,20 RM, f. VDI-Mitgl. 6,50 RM.

Der durch eine Reihe von Aufsätzen in Stahl u. Eisen und anderen Fachzeitschriften über die Anwendung der Großzahlforschung bekannte Verfasser gibt im vorliegenden Buch eine zusammenfassende Darstellung der Methoden und Ziele der Statistik, soweit sie sich auf die Betriebsüberwachung und Betriebsforschung erstrecken. Das außerordentlich anregend geschriebene Buch ist also in erster Linie für den Betriebsleiter, den Laboratoriumsvorsteher und den technischen Kaufmann bestimmt. In den einleitenden Abschnitten werden in leicht verständlicher Weise die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wie die Häufigkeitskurve, ihre Auswertung, der Vergleich von Häufigkeitskurven untereinander und ihre Korrelation dargelegt. Der Verfasser vermeidet hierbei mathematische Entwicklungen und Formeln, indem er das Stoffgebiet an Hand von zahlreichen Beispielen in anschaulicher Weise aufbaut. Selbst den Kenner des Gebietes wird sicherlich die Vielseitigkeit der Anwendungen überraschen, die die Statistik heute in allen Zweigen der Technik findet, vor allem auf dem Gebiete der Materialprüfung, der Massenfabrikation und der Normung. In einer Beispielsammlung wird eine bunte Auswahl solcher Anwendungen gegeben, die jedem in der Betriebsforschung und Überwachung Tätigen neue Gesichtspunkte eröffnen und neue Anwendungsmöglichkeiten der Großzahlforschung erschließen werden. Auch bei Fragen des Materialeinkaufs und der Marktanalyse werden, wie der Verfasser zeigt, die statistischen Methoden oft mit Erfolg Verwendung finden. In einem umfangreichen Literaturnachweis sind Arbeiten über die technischen Grundlagen und die Anwendungen der statistischen Methoden im Bergbau, Eisenbahnwesen, in der Elektrotechnik, Stoffprüfung, Metallurgie übersichtlich zusammengestellt. Das Buch verdient wegen seiner großen Vorzüge, seiner klaren Darstellungsweise und wegen seiner engen Verbindung mit den Problemen der Praxis die Beachtung aller der Kreise, die sich für die Anwendung der Großzahlforschung in der Technik interessieren. K. Pohlhausen.

Eingegangene Doktordissertationen.

Werner Weber, Über den Durchschlag von Paraffin. T. H. Hannover 1932. (Erscheint in gekürztem Umfange im Arch. Elektrotechn.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die starkstromtechnischen Konzerne der V. S. Amerika 1932. — Während von 1929 bis 1932 der Wert der gesamten elektrotechnischen Erzeugung einschließlich der krisenfesteren schwachstromtechnischen Produktion von rd. 9240 auf 3385 Mill RM, d. h. um 63,4 % gesunken ist, ging der Umsatz der drei starkstromtechnischen Konzerne in der gleichen Zeit noch etwas stärker, nämlich von 2843,40 auf 1003,76 Mill RM zurück, d. h. um 64,5 %. Da die Unkosten nicht in gleichem Umfang gedrosselt werden konnten und verschiedentlich größere Abschreibungserfordernisse eintraten, ist der Reingewinn im gleichen Zeitraum von 414,46 auf 10,67 Mill RM zusammengeschrumpft, d. h. auf nur noch 2,6 % des Standes von 1929. In Wirklichkeit wurden jedoch 1932 durchweg Defizitabschlüsse verzeichnet, weil die Gesellschaften mehr Dividende ausschütteten als verdient worden ist. Die verhältnismäßig günstigen Liquiditätsverhältnisse haben jedoch größere finanzielle Schwierigkeiten nicht aufkommen lassen.

Digitized by Google

Über die Umsatz-, Auftrags- und Reingewinnentwicklung der General Electric Co., der Westinghouse Electric and Manufacturing Co. und der Allis Chalmers Manufacturing Co. berichten die folgenden Zahlentafeln; bemerkenswerterweise war Ende 1932 der Auftragsbestand der General Electric erstmalig kleiner als der der Westinghouse.

Zahlentafel 1.
Umsatzentwicklung der drei Konzerne in Mill RM[1].

Jahr	General Electric	Westinghouse	Allis Chalmers	Insgesamt
1928	1 416,20	794,01	152,42	2 362,63
1929	1 744,43	908,71	190,26	2 843,40
1930	1 579,91	757,18	174,22	2 511,31
1931	1 107,88	484,64	116,76	1 709,28
1932	618,07	323,69	61,99	1 003,75

Zahlentafel 2.
Auftragsbestand am Jahresende in Mill RM.

Jahr	General Electric	Westinghouse	Allis Chalmers	Insgesamt
1928	306,39	198,66	40,66	545,71
1929	397,40	260,53	54,05	711,98
1930	235,45	168,88	54,60	458,93
1931	207,10	168,08	33,14	408,32
1932	84,60	112,73	22,85	220,18

Zahlentafel 3.
Entwicklung der Reingewinne in Mill RM.

Jahr	General Electric	Westinghouse	Allis Chalmers	Insgesamt
1928	227,43	87,40	12,31	327,14
1929	282,62	113,65	18,19	414,46
1930	241,46	49,90	15,12	306,48
1931	172,03	—15,37	5,29	161,95
1932	60,48	—37,38	— 12,43	10,67

General Electric Co. Der Reingewinn, der 1932 mit 60,48 Mill RM ausgewiesen worden ist, verminderte sich nach Ausschüttung der Vorzugsaktien auf 49,67 Mill RM. Da die Dividendenausschüttungen auf Stammaktien 66,64 Mill RM betragen haben, ergab sich insgesamt ein Defizit von 16,97 Mill RM gegenüber einem Defizit von 32,63 Mill RM im Jahre 1931. In der Bilanz hat sich im Laufe des Jahres 1932 das umlaufende Kapital von 920,18 auf 755,54 Mill RM verringert, die hierin enthaltenen flüssigen Mittel jedoch nur von 513,16 auf 498,16 Mill RM. Ende 1932 übertraf das umlaufende Kapital die laufenden Verbindlichkeiten um das 10,9fache, Ende 1931 jedoch nur um das 7,7fache. Die Liquidität konnte also erheblich vergrößert werden. Durch weitere Abschreibungen ging der Wert der Fabrikationsanlagen von 193,45 auf 188,12 Mill RM zurück. Beteiligungen und Wertpapiere wurden Ende 1932 mit 666,04 Mill RM verbucht, was gegenüber Ende 1931 eine Verringerung um 81,90 Mill RM bedeutet. Diese Wertverminderung ist außer auf Abschreibungen auch auf die Abstoßung der Aktien der Radio Corp. of America zurückzuführen. Der Reingewinn der International General Electric Co., die u. a. die Auslandsbeteiligungen der Muttergesellschaft verwaltet, sank von 1931 bis 1932 von 12,43 auf 7,98 Mill RM.

Westinghouse Electric and Manufacturing Co. Der in der Zahlentafel 3 erwähnte Betriebsverlust wurde dem Capital Surplus entnommen, ebenso auch die im Laufe des Jahres 1932 noch geleisteten Dividendenausschüttungen, die sich jedoch nur auf 11,67 Mill RM stellten gegenüber 43,34 i. V. Hierdurch und durch weitere Entnahmen für Abschreibungszwecke hat sich der Capital Surplus von 332,01 Mill RM Ende 1931 auf 260,61 Mill RM Ende 1932 vermindert. Bemerkenswert ist es, daß sich bei Westinghouse im Laufe des Jahres 1932 die Kassenbestände, Bankguthaben und sonstigen flüssigen Mittel von 135,03 auf 137,97 Mill RM erhöhen konnten.

Auch die Westinghouse Electric Supply Co., in der die Verkaufsinteressen des Konzerns zusammengefaßt sind, schließt das Jahr 1932 mit einem Verlust von 6,85 Mill RM ab; der Absatz wird mit 94,21 Mill RM ausgewiesen gegenüber 156,91 i. V. Interessant ist die Konzernbilanz, in der sich das Eigenkapital der Westinghouse-Unternehmungen mit 559,86 Mill RM nicht verändert hat, während die laufenden Verpflichtungen von 30,95 auf 18,19 Mill RM noch weiterhin erheblich zurückgegangen sind. Die Zahl der Arbeiter und Angestellten belief sich im Gesamtkonzern Ende 1932 auf 23 700 gegenüber 31 300 i. V. und rd. 50 000 im Jahre 1929.

Allis Chalmers Manufacturing Co., Milwaukee Wis. Die Entwicklung dieser Gesellschaft ist mit der der beiden anderen Konzerne insofern nicht unmittelbar vergleichbar, als Allis Chalmers auch auf anderen als elektrotechnischen Gebieten stark beschäftigt ist, insbesondere im Bau landwirtschaftlicher Maschinen. In den Jahren 1929 und 1930 haben insbesondere umfangreiche russische Traktorenbestellungen den Umsatz der Allis Chalmers stark beeinflußt. Der Geschäftsbericht für 1932 unterstreicht, daß der Absatz elektrischer Maschinen und Geräte außerordentlich stark zurückgegangen ist, da im allgemeinen die öffentlichen Versorgungsunternehmungen keine Erweiterungen mehr vorgenommen haben, ebenso aber auch die industriellen Betriebe, die Eisenbahnen und sonstigen Abnehmergruppen. Die Summe der 1932 noch gezahlten Dividenden beläuft sich auf nur noch 0,67 Mill RM gegenüber 7,64 i. V. Das umlaufende Kapital ging ähnlich wie bei der General Electric nur verhältnismäßig wenig zurück, nämlich von 115,21 auf 105,97 Mill RM. Bei den Ziffern der Allis Chalmers ist noch zu berücksichtigen, daß sie Ende 1931 den wichtigsten Teil an Fabrikationsanlagen der American Brown Boveri Electric Corp. und das A.-K. der Condit Electrical Manufacturing Corp. übernommen hatte; durch diese Expansion sicherte sie sich einige bis dahin noch nicht gepflegte Fabrikationszweige, so u. a. die Herstellung von Einrichtungen für elektrische Bahnen, Quecksilbergleichrichtern, Ölschaltern und elektrischen Öfen.

Man kann feststellen, daß sich der Umsatz der drei starkstromtechnischen Gesellschaften in den letzten Jahren etwa in gleichem Ausmaß verringert hat. Die nachfolgenden Ziffern veranschaulichen die starke Schrumpfung der Umsätze und Gewinne seit 1929.

Zahlentafel 4.
Umsätze und Reingewinne der drei starkstromtechnischen Konzerne (Verhältnisziffern. 1929 = 100).

Jahr	Umsätze	Reingewinne
1928	83,1	78,7
1929	100,0	100,0
1930	88,3	73,7
1931	60,1	38,9
1932	35,5	2,6

A. Fr.

Umbau der Bergmann-Elektricitäts-Werke AG. — Gleichzeitig mit der Kapitalzusammenlegung von 44,0 auf 8,8 Mill RM wurde mitgeteilt, daß die Gesellschaft sich künftighin auf die Herstellung von Kabeln, Kabelzubehör, Blankmaterial, Leitungen, Bergmannrohr und Metallhalbzeug beschränkt, während bekanntlich bis zur Krise auch starkstromtechnische Maschinen aller Art, Turbinen, Motoren, Transformatoren, elektrische Lokomotiven und Bahneinrichtungen, Zähler, Meßinstrumente, Glühlampen usw. hergestellt waren. Nachdem von 1900 ... 1909 jährlich 18 % Dividende ausgeschüttet waren, machte sich infolge verschärfter Konkurrenzlage eine kapitalmäßige Reorganisierung notwendig, die 1912 zu einer Beteiligung der Siemens-Schuckertwerke an Bergmann führte. Nachdem später auch die AEG Bergmann-Aktien erworben hatte, verfügten beide Konzerne über mehr als je ein Viertel des Bergmann-Kapitals, ohne daß es zunächst zu einer Einflußnahme kam. In den Jahren 1930 und 1931 entstanden Verluste von insgesamt 21,9 Mill RM. Zu ihrer Deckung wird ein Teil des 35,2 Mill RM betragenden Buchgewinns verwendet, der sich aus der Kapitalzusammenlegung ergibt. Weitere 8,4 Mill RM werden zu Sonderabschreibungen, 0,88 Mill RM zur Bildung einer neuen Reserve und 4,0 Mill RM zur Schaffung anderer Rücklagen verwendet. Die Liquiditätsverhältnisse erfuhren 1932 eine Besserung. Die Verbindlichkeiten nahmen von 26,8 auf 11,3 Mill RM ab, bis Mai 1933 weiterhin auf 8,6 Mill RM. Andererseits erhöhten sich Kassenbestand und Bankguthaben von 3,4 auf 4,7 Mill RM. Nach Mitteilung der Verwaltung hat sich seit Beginn des neuen Jahres der Beschäftigungsstand etwas erhöht. *A. Fr.*

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Belastungsausgleich in Kraftwerken", ETZ 1933, H. 18, muß die Gleichung (4) auf S. 418 wie folgt lauten:

$$\frac{\Gamma}{G} = \frac{g}{G} \cdot \frac{1}{\zeta}$$

Abschluß des Heftes: 19. Mai 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 500 Expl.

[1] 1 RM = 0,2381 $.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Neue AEG-Münzzähler.

Mitteilung der AEG.

Bei Münzzählern mit seitlichem Anbau des Kassierwerkes ergaben sich bisweilen bei begrenzten Montageplätzen Schwierigkeiten. Die AEG stellt deshalb die Münzzähler für Einphasen-Wechselstrom neuerdings in Längsform her, d. h. mit Anbau des Kassierwerkes unterhalb des Zählers. Ueber das Zählwerk, Kegelräderübersetzungen und eine Verbindungswelle mit Gelenkkupplungen werden die Umdrehungen der Systemscheibe des Zählers auf das unter dem Zähler sitzende Kassierwerk übertragen. Dadurch wird das durch Einwurf von Münzen vorgestellte Vorgabewerk nach Maßgabe des stattfindenden Verbrauchs wieder zurückgedreht. Zwischen Zähler und Vorgabewerk liegt noch eine Zahnradübersetzung, deren Verhältnis für die Anzahl der je Einwurfsmünze abzugebenden kWh maßgebend ist. Diese Preisräder sind so angeordnet, daß sie bei etwaiger Aenderung des Strompreises leicht und bequem ausgewechselt werden können.

Das mit anerkannter höchster Präzision hergestellte AEG-Kassierwerk ist im wesentlichen unverändert beibehalten worden. Der Umstand, daß bisher von der AEG allein mehr Münzzähler geliefert worden sind als von allen anderen Zählerfabriken der Welt zusammen, ist der beste Beweis für die Güte und Zweckmäßigkeit der AEG-Kassierwerke.

Die neuen AEG-Münzzähler für Einphasenwechselstrom werden in fünf Ausführungen hergestellt.

1. Für Einfachtarif (Form SJ 6 oder SJ 6 E).

Der Verbraucherstromkreis wird nach Einwurf einer Münze und einer vollen Umdrehung des Schaltknebels eingeschaltet. Der Münzzähler schaltet selbsttätig wieder ab, wenn die Energiemenge, die der Einwurfsmünze entspricht, bezogen und nicht vorher eine neue Münze eingeworfen wurde.

2. Gebührenmünzzähler (Form GSJ 6 oder GSJ 6 E).

Nach jeder Kassettenleerung ist die Grundgebühr fällig. Der Verbraucher muß zunächst die Anzahl der als Grundgebühr geltenden Münzen einwerfen. Nach Einwurf einer weiteren Vorratsmünze wird der Stromkreis eingeschaltet. Bis zur nächsten Kassettenleerung arbeitet der Apparat wie der Einfachtarifmünzzähler Form SJ 6. Vor Einzahlung der wieder fälligen Grundgebühr können etwa noch vorhandene Vorratsmünzen aufgebraucht werden.

Die Gebührenmünzzähler sind so eingerichtet, daß die Grundgebühr ohne Schwierigkeit geändert werden kann. Zur Verstellung der Grundgebühr im Bereich von 0 bis 15 Einwurfsmünzen dient eine Zahlenscheibe. Diese ist nach Abnahme eines plombierbaren Verschlusses mit Hilfe eines Schlüssels drehbar eingerichtet. Die Kappe des Zählers braucht hierzu nicht abgeschraubt zu werden.

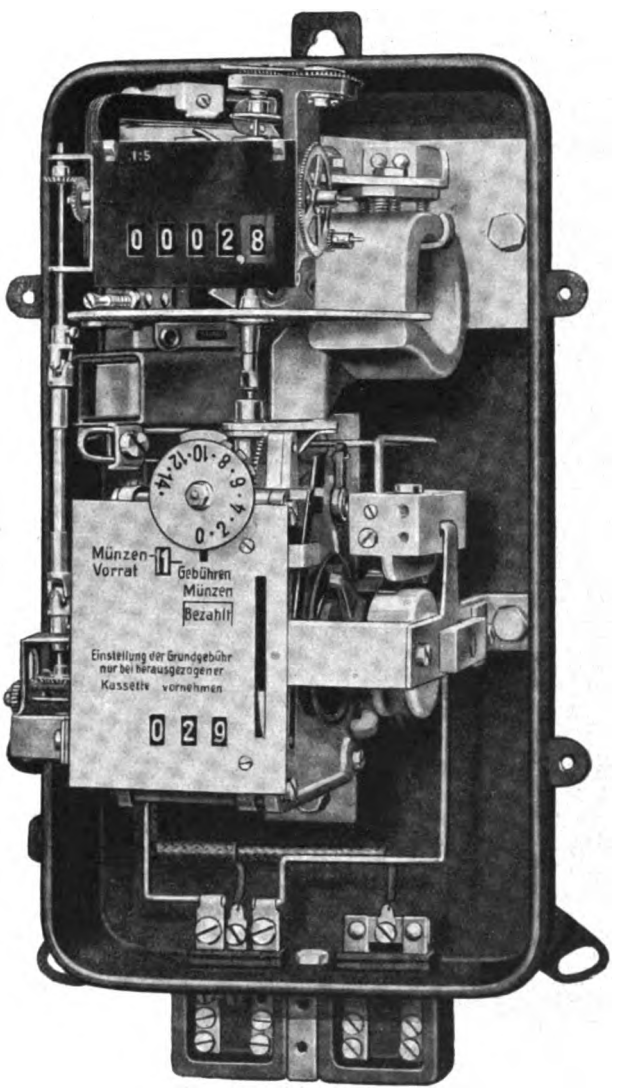
3. Gebührenmünzzähler mit Abschaltung bei Kassettenleerung (Form GSa J 6 oder GSa J 6 E).

Die Wirkungsweise des Apparates ist die gleiche wie die der Form GS J 6. Bei Kassettenleerung wird der Stromkreis jedoch abgeschaltet, ohne Berücksichtigung etwa noch vorhandener Vorratsmünzen. Nach jeder Kassettenleerung muß der Verbraucher die Gebührenmünzen einwerfen, wenn er wieder Strom beziehen will.

Bezüglich der Verstellung der Anzahl Münzen, die als Grundgebühr zu entrichten sind, gilt das gleiche, wie für den Gebührenmünzzähler Form GSJ 6.

4. Münzzähler mit allmählichem Gebühreneinzug (Form FSJ 6 oder FSJ 6 E).

Auf das Kassierwerk wirkt außer dem Zähler noch ein mit praktisch gleichbleibender Geschwindigkeit umlaufender Ferrarismotor. Ueber ein Differentialgetriebe addieren sich die Umdrehungen des Ferrarismotors und die des Zählers. Gemeinsam werden sie dann auf das Vorgabewerk des Kassierwerkes übertragen. Das eingezahlte Guthaben wird also fortlaufend verringert, entweder für Grundgebühr und die bezogene Energie oder, wenn kein Verbrauch stattfindet, nur für die Grundgebühr. Diese wird demnach allmählich von den eingeworfenen Münzen abgezogen. Der Münzzähler schaltet nach Ablauf des Münzenwertes die Anlage ab, wenn nicht rechtzeitig eine weitere Vorratsmünze eingezahlt wird. Trotzdem läuft der Ferrarismotor weiter und die jetzt für die Grundgebühr anwachsende Schuld wird von dem Guthabenzählwerk in roten Zahlen angezeigt. Der Verbraucher muß, wenn er wieder Strom beziehen will, zunächst die in roten Zahlen angezeigte Anzahl von Schuldenmünzen einwerfen. Nach Einwurf einer weiteren Vorratsmünze erscheint an dem Guthabenzählwerk eine weiße Zahl „1" und damit ist der Stromkreis wieder eingeschaltet.



Gebührenmünzzähler Form GSJ 6.

Zur Aenderung der Grundgebühr ist die Drehzahl des Ferrarismotors im Verhältnis 1 : 4 von außen verstellbar. Es können also auch Grundgebühren, die nicht durch die Einwurfsmünze teilbar sind, eingestellt werden. Ueber das angegebene Verhältnis hinaus ist die Auswechslung von Uebersetzungsrädern vorgesehen.

5. Doppeltarif-Münzzähler mit allmählichem Gebühreneinzug (Form WFSJ 6 oder WFSJ 6 E).

An zwei Zählwerken werden die verbrauchten kWh nach Tarifzeiten getrennt abgelesen. Der Einzug der Grundgebühr erfolgt auf die gleiche Weise, wie bei der Form FSJ 6. Hier ist jedoch der Ferrarismotor durch einen Synchronmotor ersetzt, der das Zählwerk und das Kassierwerk außerdem noch von hohem auf niederen Tarif umschaltet.

Die Drehzahl des Synchronmotors ist nicht veränderlich. Bei diesem Zähler sind deshalb zwecks Aenderung der Grundgebühr zwei Uebersetzungsräder auszuwechseln.

Digitized by Google

Wer bietet?

Anstellung f. Ingenieur, 30 J., nat., ev., Führersch. 3 a, musik., Polytechnikum Köthen, 5 jähr. Praxis in Glühlamp.- u. Röhrenbau b. ersten Firmen bis 30. April 33. (Betriebseinrichtungen, Hochsp., Vakuum, Gasfüllg., Messungen usw.) Off. unter **E. 3380** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing.

der Starkstromtechnik, Exam. mit „Sehr gut", 24 Jahre, mit Projektierungspraxis bei I. G. Farben und AEG, vertraut mit Submissionen, Angeboten u. Kostenvoranschlägen auf jed. elektrotechnischem Gebiet, sucht Stellung als Volontär.

Angebote unt. **E. 3372** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektroingenieur

29 Jahre alt, 9 J. Prax., 5½ J. bei erster Firma, spez. Hoch- u. Niederspan.-Schaltanl., flotter Projekteur und Konstrukteur, mit besten Zeugnissen, sucht sofort geeigneten Posten in Elektr.-Werk, Industrie oder Elektrogeschäft. Zuschriften u. **E. 3376** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbet.

Dipl. Ing., Dr. jur.

Referendarex., 32 J., led., m. besonder. Fähigkeit, sich i. jede einschlägige Aufgabe in kurzer Frist einzuarbeiten, sucht irgendwelche Verwendung für seine unverbrauchte Arbeitskraft. Gehaltshöhe zunächst nicht entscheidend. Vorschläge erbet. an **Postschließfach 65, Heiligenstadt (Eichsf.).** [3381]

Ingenieur

25 J., sucht Stellg., gleich wohin. **Schulz, Berlin,** Kommandantenstr. 56. [3367]

Betriebsinspektor

Elektro-Ing., 44 Jahre, (NSDAP), Mitgl. d. VDI u. VDE, langjähr. Praktiker, vertraut mit Bau u. Betrieb von Elektr.-Werken, Umspann- u. Schaltstationen, Fernleitungen u. Ortsnetzen, reiche Erfahrg. im Installationsfach, Abnahme- u. Zählerwesen sowie in der Werbung, an selbständ. Arbeiten gewöhnt u. organisatorisch veranlagt, auch kaufm. vorgebildet, geübter Autofahrer mit Führersch. 3 b, sucht bei bescheid. Anspr. Stellung gleich welcher Art. Ia Zeugn. u. Ref. vorhanden. Angebote erbeten unter **E. 3362** an d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ing.

27 J., led., Absolv. e. Polytechnik. m. 1,5 (sehr gut) best., 8jährige Praxis in Motorb., Freiltg. (Gleich- u. Wechselstr.), Kabel, Install.- u. Elt-Werk, s. Stellung. Angeb. unter **E. 3366** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

[redacted]

Ingenieur oder Meister als

Akquisiteur

für Licht- und Kraftanlagen, kein Anfänger, sowie ein

Radio-Spezialist

für Akquisition und Reparaturen gegen Fixum u. Provision von sofort gesucht. Bewerber muß Führerschein 3 b und möglichst Fahrgelegenheit besitzen. — Angebote mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Referenzen an [3368]

Elektro- u. Radio-Haus
Ing. A. Schmeisser
Insterburg/Ostpreußen

Schwachstrom-Ingenieur

mit Hochschulbildung, mit Laboratoriums- u. Fabrikationserfahrung, sowie vertraut mit den Entwicklungsarbeiten auf dem Nebenstellengebiet, gesucht.

Ausführl. Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, der Gehaltsansprüche und des Zeitpunkts des Eintritts erbeten u. **E. 3378** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Spezialfabrik

für elektrische Fahrradbeleuchtung sucht jüngeren absolut selbständig arbeitenden

Konstrukteur

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften erbeten an die Anz. Abt. der ETZ, Berlin W 9, unter **E. 3374.**

Für Dreh- und Kipp-Installations-Schalter wird von einer Lüdenscheider elektrotechn. Fabrik ein perfekter und selbständiger

Schalter-Konstrukteur

für sofort gesucht, der die Materie, in Sonderheit, die in dieses Fach greifenden Patente und Gebrauchsmuster beherrscht.

Es kommen nur Bewerber in Frage, welche bereits längere Zeit erfolgreiche Praxis im Schalterbau nachweisen können. Ang. u. **E. 3349** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Leitungsbau.

Diplom-Ingenieur mit langjährigen großen Erfahrungen in Planung und Bauleitung von Höchstspannungs-, Mittelspannungs- u. Niederspannungsleitungen, mit konstruktiven Fähigkeiten und Verständnis für Wirtschaftlichkeit, guter Statiker, gewandt im Verkehr mit Behörden, Abnehmern und Lieferanten, gesucht.

Meldungen von solchen Herren, die den Anforderungen durchaus genügen können und über die entsprechende Vorbildung verfügen, werden unter Beifügung v. Zeugnisabschriften und Darstellung des Bildungsganges und der bisherigen Tätigkeit erbeten unter **E. 3382** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

E. 3211
Die Stelle ist besetzt. Wir danken allen Bewerbern. [3365]

ETZ-Anzeigen
verbürgen den
größten Erfolg

Kabelmaschinen!

Kabelwerk sucht Verbindung m. Maschinenfabrik welche sich mit der Herstellung einer Maschine oder eines Apparates z. Auflegen einer Gegendruckspirale auf mit papierisolierte Seekabel befaßt. Off. u. **E. 3377** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Spezialfabrik sucht für den Vertrieb patentierter, billiger Klein-Automaten für Schwach- und Starkstrom

tüchtige Vertreter

Herren oder Firmen mit besten Beziehungen. Offerten unt. **E. 3375** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Wir suchen einen erstklassigen

Konstrukteur
für Elektro-Heizgeräte

für Industrie und Laboratorium mit vielseitigen, praktischen Erfahrungen, selbständiger Arbeiter in Entwurf und Ausführung von Neu-Anfertigungen, Ausarbeitung von Angeboten; Alter bis 35 Jahre.

Nur Bewerber mit ersten Referenzen finden Berücksichtigung. — Handschriftlicher Lebenslauf, Bild, Zeugnisse unter **E. 3371** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Für einige Bezirke Mitteldeutschlands haben wir unsere

Vertretung bzw. die Leitung

unseres **Verkaufsbüros** zu vergeben. [3364]

Geeignete Bewerber mit besonderer Verkaufsbegabung und hervorragenden technischen Kenntnissen, die zu den in Frage kommenden Abnehmerkreisen, besonders zu Elektrizitätswerken, Behörden, industriellen Unternehmungen und Wiederverkäufern beste Beziehungen unterhalten und gut eingeführt sind, belieben schriftliche Bewerbung mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen und Lichtbild zu richten an

Deutsche Elektrizitäts-Werke
zu Aachen
— Garbe, Lahmeyer & Co. —
Aktiengesellschaft

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 1. Juni 1933** **Heft 22**

Technische Untersuchungen mit hohen Wechselspannungen*.

Von Dr. Wilhelm Hüter, Aachen.

Übersicht. 1. Eine Anordnung zur Prüfung von Trenn- und Leistungschaltern auf Sicherheit gegen Schwebungspannungen wird an Beispielen von 220 kV-Material erläutert. — 2. Bei technisch gereinigtem Mineralöl werden bis zu recht großen Abständen zwischen Kugeln verschiedenen Durchmessers die Kurven für den vollkommenen Durchschlag bei 50 Per/s und auch solche für die unterschiedlichen Vorentladungen angegeben; es wird der Wert dielektrischer Umkleidungen an Hochspannungselektroden unter Öl nachgewiesen. — 3. Der im Betrieb auftretende Einfluß der Erwärmung in stromdurchflossenen Innenleitern auf die umgebende Isolation, in der gleichzeitig durch höhere Dauerwechselspannung dielektrische Verluste entstehen, ist nach einem einfachen Laboratoriumsverfahren feststellbar; dieses wird an einem praktischen Beispiel durchgeführt.

1.

Mit Fischerschen Lufttransformatoren für 1 Mill V habe ich günstige Erfahrungen sammeln[1] und sie bei der Ausarbeitung einer 220 kV-Öl-Kondensatordurchführung benutzen können[2]. Weitere technische Untersuchungen sind mit ihnen ausgeführt, die von allgemeinem Interesse sein dürften und die Betriebsicherheit der Transformatoren wegen der auftretenden scharfen Beanspruchungen erneut beweisen. Von den Schaltungsmöglichkeiten einer zweistufigen Kaskade wurde bei der Entwicklung der 220 kV-Durchführung sinngemäß nur die Serienspannung beider Transformatoren gegen Erde gebraucht, wie ja die Herstellung von Prüfspannungen gegen Erde in den meisten Fällen in der Praxis angestrebt werden wird. Bei den folgenden Versuchen werden dagegen symmetrische Spannungen bei der Prüfung von Schaltapparaten angewandt in solchen Fällen, wo auch im Betrieb zwischen spannungführenden Teilen in Luft oder in flüssigen Dielektriken eine symmetrische Spannungsbeanspruchung vorliegt und zugleich in der Umgebung in der Praxis und bei der Prüfung sich geerdete Teile befinden. Eine solche Schaltung hat den Vorzug, daß sie den Zustand des betriebsmäßigen Feldes möglichst nachahmt und damit dem § 7 der neuen übergeordneten Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad entspricht.

Gegenüber der allgemeinen Prüfspannung von Apparaten zwischen den spannungführenden Teilen und Erde und auch zwischen den einzelnen Phasen von $2{,}2\,U + 20$ kV wird die Öffnungsweite von Trennschaltern mit der erhöhten Spannung von $3{,}3\,U + 20$ kV geprüft. Hierbei soll der Trennschalter zwischen seinen Polen bei isolierter Aufstellung und bei einseitiger Erdung des Prüftransformators geprüft werden. Diese Einführung hatte teilweise ihren Grund in gewissen Mängeln, die sich gelegentlich an den bekannten Drehtrennschaltern mit isoliertem, auf unbestimmtem Potential befindlichem Mittelisolator mit Drehmesser herausgestellt haben. Bei Trennschaltern ganz allgemein können auch bei geöffnetem Messer im Dauerbetrieb erhöhte Spannungen von 50 Per/s auftreten, wenn sie zwischen Doppelsammelschienen-Systemen eingebaut werden, die nicht synchron sind, was normalerweise der Fall ist. Es werden dann bei geerdetem Fuß des Trennschalters an seinen Öffnungstellen Schwebungsspannungen entstehen. Sie haben die in beiden Netzen gleiche Wellenfrequenz; bei beiderseitiger guter Isolation der Netze sind die mit der Schwebungsfrequenz wiederkehrenden Höchstwerte der Spannung, die also dauernd an der Trennstelle liegen, um 16 % größer als die verkettete Spannung (also $1{,}16\,U$). Kommt bei solchen Netzen ein einseitiger Erdschluß vor, so wird die maximale Schwebungspannung bis zum 1,57fachen Betrag der verketteten Spannung ansteigen, während sie bei doppelseitigem Erdschluß der Netze auf den doppelten Betrag der verketteten Spannung $2\,U$ steigen kann; es ist dann

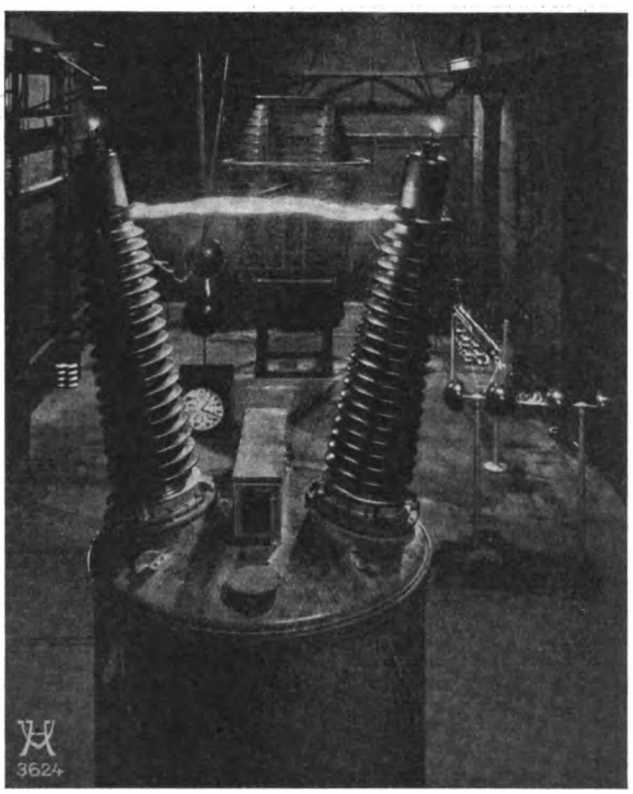


Abb. 1. Prüfung der Öltrennstrecke eines 220 kV-Ölschalterpols bis zum Außenüberschlag bei 1080 kV_{eff} symmetrisch.

immer noch ein Betrieb möglich, falls diese beiderseitigen Erdschlüsse in sich entsprechenden Phasen liegen. Diese Spannungschwebungen infolge des asynchronen Betriebs können bei nicht genügender Öffnungsweite der Trennschalter und auch bei nicht entsprechender Abrundung der sich gegenüberstehenden Kontakte zu dauernd hörbaren, nachts auch sichtbaren stoßweisen Ausstrahlungen im Schwebungstakt führen. Diese Erscheinungen sind, soweit ich feststellen konnte, erstmalig von mir beobachtet und klar erkannt worden, u. zw. Anfang August 1926 im Unterwerk Etzdorf des E.V. Gröba. Sie lassen sich meist schon durch entsprechende Kontaktausbildung beheben, vorausgesetzt daß die Öffnungsweite eine genügende elektrische Sicherheit hat.

Für größere Trennschalter kann man im Sinn der Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad auch symmetrische Spannungen anwenden, um die Sicherheit gegen diese Schwebungspannungen festzustellen, wobei also der Trennschalter mit seinem auch im Betrieb ge-

* Erstmalig eingegangen am 12. IV. 1932.

[1] ETZ 1931, S. 1084.

[2] ETZ 1932, S. 549.

Digitized by Google

erdeten Fußgestell auf dem Boden steht. In der zweistufigen Transformatorenkaskade im Hochspannungslaboratorium der Voigt & Haeffner AG. besteht, wie früher beschrieben[3], die Möglichkeit, durch Trennung der Serienschaltung der Transformatoren und durch ihre geeignete Parallelerregung entgegengesetzt gleiche Spannungen hervorzubringen, wobei man beide Hochspannungswicklungen gegen Sprungwellen durch vorgeschaltete Schutzwiderstände noch sichern kann. Für einen 220 kV-Trennschalter, der nach dem RWE-Prinzip aus einem festen und einem fahrbaren Stützisolator besteht, an deren Köpfen sich die in Kugelkontakten endigenden kurzen Messer befinden, betrug die vorgesehene Öffnungsweite 2,45 m. Die Prüfspannung $3{,}3\,U + 20 = 746$ kV konnte in diesem Abstand ohne weiteres an den Stützerköpfen angelegt werden. Der Überschlag, der mindestens 10 % höher, also bei 820 kV liegen muß, trat wesentlich höher erst bei 920 ··· 930 kV ein. Er ging frei durch die Luft[4], und zwar bei gleich hoher Spannung im trockenen Zustand wie auch unter (Normal-)Regen, letzteres in Bestätigung der von mir bei kleineren Spannungen dargelegten Gesetzmäßigkeit, daß bei 50 Per/s für größere Schlagweiten (im Vergleich zum Abrundungsradius der Elektroden) nur geringe Unterschiede zwischen der Überschlagspannung im trockenen Zustand und unter Regen bestehen[5]. Auch beim Ölschalter oder bei einem anders ausgeführten Hochleistungschalter können jene Schwebungspannungen auftreten, wenn mit ihm synchronisiert und die Parallelschaltung der Netze ausgeführt wird. Diese Schwebungspannungen beanspruchen dann nicht nur beim Ölschalter die Luftstrecke zwischen den äußeren Anschlüssen der Pole, sondern auch die Öltrennstrecke im Innern des Schalters selbst während der möglicherweise längeren Synchronisierzeit mit Schwebungspannungen von der Grundfrequenz 50, die in ungünstigen Fällen, wie oben ausgeführt, größere Beträge annehmen können. Die Beanspruchung gerade eines flüssigen Dielektrikums durch diese langsamen Frequenzen dürfte schwieriger zu beherrschen sein als Stoßspannungen von gleichem Höchstwert. Ich habe daher die Sicherheit gegen Schwebungspannungen bei Ölschalter-Neukonstruktionen seit dem Jahre 1929 stets nachgeprüft durch Anwendung symmetrischer Spannungen (übrigens in sinngemäßer Auslegung der R.E.H. § 70, Abschnitt 4). Auch bei einem 220 kV-Ölschalterpol wurde die Sicherheit gegen Schwebungspannungen durch Anlegung von synchronen symmetrischen Spannungen an den Durchführungen des geöffneten Schalters festgestellt[6]. Die für den Trennschalter vorgeschriebenen 746 kV wurden 1 min lang leicht ausgehalten, bei weiterer Spannungsteigerung erfolgte der Überschlag in Luft, und zwar zwischen den unteren Metallwulsten der Ölausdehnungsgefäße bei der symmetrischen (±) Spannung von 1080 kV_{eff} bei geerdetem Ölschalterkopf. Die beiden Transformatoren waren also übererregt, hielten dies aber ohne Schaden aus. Unter Öl zeigten sich hierbei noch nicht einmal Geräusche; in Abb. 1 erkennt man die beiden glimmenden Zuleitungen der entgegengesetzt gleichen Spannungen an den Durchführungen. Der Schalterpol mit 20 000 l Öl und einem Gesamtgewicht von etwa 30 t stand dabei auf dem Erdboden. Wäre die Prüfspannung nur allein gegen Erde erhältlich gewesen, wie bei einem nicht anzapfbaren Einzeltransformator, so hätte dies einen umständlichen isolierten Aufbau des 30 t schweren Ölschalters bedingt, und die Beanspruchung unter Öl hätte dann nicht den Verhältnissen beim Synchronisieren entsprochen, wobei ja an beiden Kontakten unter Öl leicht Strahlungserscheinungen auftreten und einen Überschlag im Schalter herbeiführen können. Eine solche Prüfung auf Sicherheit gegen Schwebungsspannungen wird außer für Trenn- und Ölschalter gerade auch für solche Leistungschalter von Wert sein, die die Funktion des Trennschalters und des Leistungschalters in zwei Takten nacheinander ausführen.

2.

Weiter möchte ich über den Durchschlag von normalem Mineralöl auf große Entfernungen berichten. Bereits 1923 hatte ich zwischen Spitzen, zwischen Kugeln von 5, 12,5 und 25 cm Dmr. bis zu 360 kV die Durchschlagspannungen in Abhängigkeit vom Abstand aufgenommen. Das damals benutzte Öl war mittels eingehängter Widerstände ausgekocht und kann daher nicht als technisch rein bezeichnet werden; bei dem primitiven, das Öl schädigenden Kochprozeß wurden nicht alle Teile so gleichmäßig entfeuchtet, wie es z. B. bei einer Zentrifuge geschieht, wenn sämtliches Öl den Reinigungsapparat durchfließen muß und gereinigt aufgefangen wird. Daß es nicht möglich ist, aus dem in der VDE-Kalottenfunkenstrecke erhaltenen Wert der Durchschlagfestigkeit, z. B. beim Normalabstand von 3 mm, in einer anderen geometrisch einfachen Anordnung die Öldurchschlagspannungen auf größere Entfernungen zu berechnen, hatten mich frühe Versuche auf diesem Gebiet gelehrt und die von 1923 veranlaßt. Bei inzwischen veröffentlichten Untersuchungen von Miner[7] 1927, Estorff[8] 1928 und Goodlet[9] 1931 ist man deshalb gleichfalls auf experimentellem Wege vorgegangen. Meine eigenen umfangreichen Versuchsreihen von 1931, die sich auf geschleudertes betriebsübliches Öl von durchschnittlich 70 bis 100 kV/cm beziehen, wie es in der Praxis vorkommt, unterscheiden sich von denen der anderen Verfasser in der Art des Vorgehens und in den Ergebnissen; sie scheinen mir schon deshalb mitteilenswert, weil solche umständlichen Versuche nicht häufig ausführbar sind.

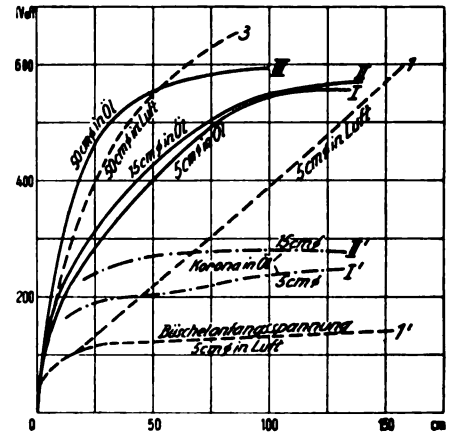


Abb. 2. Vollkommener Durchschlag und Anfangspannung zwischen Kugeln von 5, 15 u. 50 cm Dmr. in Öl (und Luft) auf große Entfernungen.

Die Anordnung war ähnlich, nur größer als die von mir früher angewandte; auf einen geerdeten eisernen Topf von 3 m Dmr. wurde eine der beschriebenen 220 kV-Öl-Kondensatordurchführungen gesetzt. An ihrem unteren Ende war die spannungführende Elektrode, eine gleichartige geerdete ihr gegenüber am Boden des Gefäßes befestigt. Die Abstände wurden durch Heben der Durchführung bzw. durch Kürzung der Haltestange der oberen Elektrode ausgeführt. Als Elektroden wurden Kugeln von 50, 15 und 5 cm Dmr. benutzt. Die Untersuchung erstreckte sich über ½ Jahr, die erste Versuchsreihe mit 15 cm-Kugeln wurde von meinem damaligen Mitarbeiter Bijleveld, die beiden anderen von mir selbst aufgenommen. Da bei meinen Versuchen es sich bei Feststellung der Durchschlagspannungen bei jedem aufgenommenen Punkt um mindestens 10 Einzelmessungen handelte, die mit 1 min Ruhepause und einer Spannungsteigerung von rd. 1 min bis zum Durchschlag ausgeführt wurden, also sog. kurzzeitige Spannungsbeanspruchungen, ergibt sich bei der großen Zahl von aufgenommenen Punkten doch eine sehr lange Arbeitszeit. Die verwendete Menge von 20 000 l Öl war ursprünglich (1 Jahr vor Versuchsbeginn) mit Hilfe einer Zentrifuge auf eine Durchschlagfestigkeit von 150 kV/cm gebracht worden, gemessen in der VDE-Anordnung, die nur zur Prüfung des Reinigungsgrades des Öles dienen kann. Während der ganzen Dauer der Versuche ist aber das Öl auf einer Durchschlagfestigkeit von rd. 80 ··· 90 kV/cm geblieben, trotz öfteren Umpumpens. Man kann daher eine solche Durchschlagfestigkeit als die betriebsnormale ansehen, die nach der Anfangsverschlechterung für lange Zeit erhalten bleibt.

In Abb. 2 sind die Ergebnisse der Durchschlagprüfungen eingetragen. Die 5- und 15 cm-Kurven (*I* u. *II*) liegen sehr benachbart, aber doch stets so, daß die größeren 15 cm-Kugeln eine höhere Durchschlagspannung ergeben. Die Kurve für die 50 cm-Kugeln (*III*) verläuft beträchtlich steiler. Diese drei Kurven ergeben, daß bei normal gereinigtem Öl eine Abhängigkeit der Durchschlagspannung vom Abrundungsradius der Elektrode vorhanden ist in dem Sinn, wie man es normal erwarten

[3] ETZ 1931, S. 1085.
[4] Die hier vorgesehene Abbildung mußte leider wegen Platzmangels weggelassen werden.
[5] ETZ 1927, S. 1605, Abb. 16.
[6] Man kann natürlich auch asynchrone Spannungen hierfür anwenden durch Erregung beider 500 kV-Transformatoren mit getrennt angetriebenen Generatoren.
[7] J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 46, S. 336 (1927); vgl. ETZ 1927, S. 1342.
[8] VDE-Fachberichte 1928, S. 65.
[9] J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 701 (1931).

Digitized by Google

sollte. Meine früheren Beobachtungen des Gegenteils bezogen sich auf viel schlechteres Öl[10].

Bei Aufnahme der Durchschlagwerte mit den kleineren Elektroden ergaben sich aber noch Verhältnisse, die an solche in Luft bei großen Schlagweiten erinnern. Beim Anlegen und Steigern der Spannung bei den kleineren Elektroden tritt bei Spannungen, die etwa nur ⅓ bis zur Hälfte der Durchschlagspannung betragen, zunächst ein leichtes Geräusch unter Öl auf. Diese Spannungen sind für die 5 cm-Kugeln, die übrigens durch ein Rohr von 5 cm Dmr. so abgeschirmt waren, daß ein Zylinder mit Halbkugelabschluß zustande kam, als Kurve *I'* eingezeichnet. Sie beginnt schon in etwa 10 cm Abstand bei 160 kV und steigt auf 250 kV bei 1,4 m langsam an. Ähnlich verhält sich diese „Koronaspannungskurve" unter Öl für die 15 cm-Kugeln, die in der Kurve *II'* wiedergegeben ist.

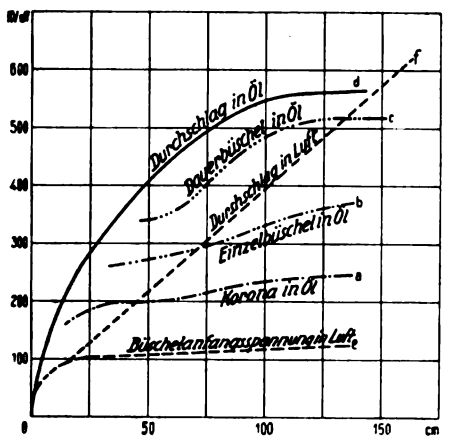


Abb. 3. Vorentladungen und Durchschlag zwischen Kugeln von 5 cm Dmr. in Öl.

Diese zunächst schwachen Entladungen steigern sich aber bei Spannungserhöhung vor allem für größere Entfernungen zu stärkeren Geräuschen knackender Art, wie sie offenbar von Stielbüscheln von den Elektroden ausgehen, aber immer wieder abreißen und von neuem auftreten. Zur besseren Übersicht sind diese Verhältnisse nur am Beispiel der 5 cm-Kugeln in der Abb. 3 gesondert dargestellt, u. zw. bedeutet Kurve *a* die Koronakurve entsprechend *I* in Abb. 2, während das Auftreten der Einzelbüschel durch Kurve *b* wiedergegeben ist. Die Geräusche werden bei noch weiter getriebener Spannungsteigerung immer lauter, sie werden etwa längs der Kurve *c* für 5 cm-Kugeln (Abb. 3) zu einem lauten Trommelfeuer unter Öl, ohne daß aber bei dieser Spannung ein Überschlag erfolgt, der erst bei noch weiterer Spannungserhöhung eintritt. Die dann erhaltenen Spannungswerte gibt die voll ausgezogene Kurve *d* für 5 cm-Kugeln; sie ist identisch mit *I* in Abb. 2, während dort die entsprechende Durchschlagkurve gleich Dauer-Büschel-Grenzspannung für 15 cm-Kugeln durch Kurve *II* dargestellt wird. Die Durchschlagspannungskurve für 50 cm Dmr. zeigt diese Vorentladungen bestimmt bis zu 60 cm Abstand nicht. Die 50 cm-Kurve mußte übrigens nacheinander zweimal aufgenommen werden, weil nach Abschluß der ersten Versuchsreihe sich gezeigt hat, daß die untere geerdete Kugel wegen nicht völliger Entlüftung ihres Innenraumes durch die Ölsäule von 3 m Höhe an der obersten Zone eingebeult war; dadurch hatten sich etwas niedrigere Werte ergeben, im ganzen aber eine Kurve gleichen Charakters wie die wiedergegebene.

Die Streuung der einzelnen Durchschlagwerte war bei kleineren Entfernungen im allgemeinen größer als bei weiteren Entfernungen, sie betrugen bei den 50 cm-Kugeln im ersteren Fall im Durchschnitt ± 6 ··· 10 %, im letzteren ± 3 ··· 4 % der eingetragenen Mittelwerte[11]. Auch bei den anderen Kugeln von 5 und 15 cm Dmr. war trotz der bei größeren Entfernungen auftretenden starken Vorentladungen die Durchschlagspannung, also die Büschelgrenzspannung, mit ähnlichen Streuungsfehlern behaftet; so starke Streuung der Einzelwerte, wie andere Verfasser sie öfters beobachteten, habe ich bei meinen Versuchen mit normal gereinigtem technischem Öl nicht gefunden.

Die Durchschlagkurven für die 5 cm- und für die 15 cm-Kugeln münden bei Elektrodenabständen von über 1 m in etwa die gleiche fast horizontale Kurve aus. Ich möchte die Ursache für diesen Sättigungscharakter bei sehr großen Schlagweiten auf die begrenzten Abmessungen des geerdeten Ölgefäßes schieben, dessen Wände stets noch weiter entfernt waren als die Gegenelektrode, und nicht, wie von anderer Seite geschehen, schließen, daß bei 50 Per/s größere Spannungen als 500 kV durch Öl allein nicht isoliert werden können. Ähnliche Verhältnisse hat in Luft M. Toepler bei Elektroden festgestellt, die zum Schutz gegen die Umgebung in Käfige eingebaut waren[12]. Es ist noch von Interesse, die hier mit normal gereinigtem Öl erhaltenen Durchschlagskurven zu vergleichen mit solchen an den gleichen Elektroden in Luft. Daher sind in Abb. 2 für die 50 cm-Kugelfunkenstrecke bei einseitiger Erdung die Durchschlagskurven für Luft (als *3*) noch aufgenommen, in Abb. 2 und 3 beidemal die für die 5 cm-Kugeln, u. zw. Überschlagwerte bis zu 1,5 m, die bei größeren Entfernungen selbstverständlich die Büschelgrenzspannungen sind (Kurve *1* bzw. *f*), ebenso die Büschelanfangspannung (*1'* bzw. *e*), die eine starke Analogie zum Verlauf der Koronaspannung unter Öl zeigt. Der Vergleich der Werte für die 50 cm-Kugeln in Luft mit den für Öl gefundenen lehrt, wie verhältnismäßig wenig die Überschlagspannung durch Einsetzen der Elektroden unter Öl gesteigert wird in dem durch Nebeneinflüsse ungestörten Bereich bis 40 cm Abstand. Praktisch muß man aus dem Vergleich beider Kurven in Luft und Öl für 50 cm Dmr., aber auch für 5 cm in Luft und in Öl schließen, daß für große Entfernungen isolationstechnisch mit Öl eine Verringerung der Apparateabmessungen sich nicht mehr, vor allen Dingen nicht in dem Maße wie bei niedrigen Spannungen erreichen läßt.

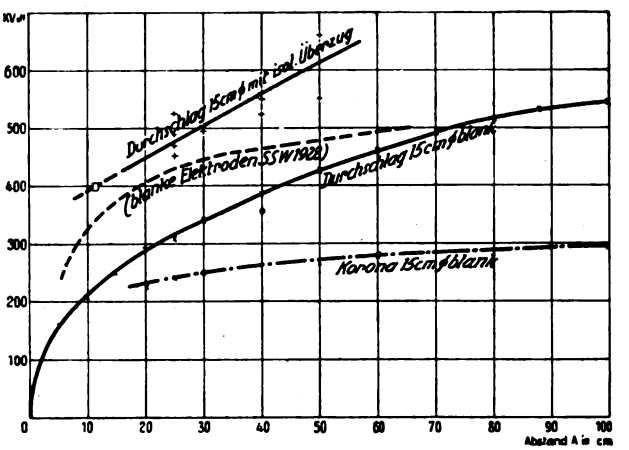


Abb. 4. Durchschlag in Öl zwischen Elektroden mit blanker Oberfläche und mit isolierendem Überzug.

Es gibt aber ein verhältnismäßig einfaches Mittel, um auch für sehr hohe Spannungen normaler Frequenz bei großen Schlagweiten die Durchschlagspannung außerordentlich erhöhen zu können. Man braucht dazu die Abrundungsradien durchaus nicht so groß zu nehmen, wie aus den vorhergehenden Durchschlagkurven zu schließen wäre, um zugleich die Korona unter Öl auch völlig zu vermeiden. Beides wird erzielt durch Anwendung dünner dielektrischer Wände auf den spannungführenden Elektroden; allerdings dürfen die Abrundungen auch nicht allzu gering genommen werden. In Abb. 4 sind in anderem Maßstab noch einmal die Durchschlagspannungen der 15 cm-Kugeln in Abhängigkeit vom Elektrodenabstand aus Abb. 2 übertragen, ebenso die zugehörige Koronaspannung unter Öl. Zugleich sind in Abb. 4 aber noch weitere Werte aufgeführt, die man erhält, wenn an dem unteren Ende der Durchführung eine flache Kappe mit einer Abrundung von ebenfalls 15 cm (7,5 cm Radius) angebracht war, die mit Leinenband umwickelt wurde und dann verschiedene Lackanstriche erhielt. Aus praktischen Gründen ist die Versuchsanordnung nicht genau die gleiche wie bei der schon eingetragenen Kurve, wenn auch der Abrundungsradius der Hochspannungselektrode mit dem der Kugel übereinstimmt. Als Durchschlagentfernung wurde der Abstand der schwach isolierten Kappe gegen die Innenwand des runden Ölgefäßes von 3 m Dmr. genommen und dieser Abstand durch (radiale) Verschiebung der Durchführung geändert, zugleich aber die Durchführung um einen gewissen Betrag gedreht, so daß eine neue nicht durchschlagene Stelle der Wand gegenüberstand und die Umwicklung nicht zu häufig erneuert

[10] Vgl. auch verwandte Erscheinungen, die A. Schwaiger in der ETZ 1927, S. 1657, darlegt.

[11] Vgl. die ähnlichen Beobachtungen von Rohhan (in Übereinstimmung mit Miner), ETZ 1932, S. 559, letzte Zeilen der Fußnote 8.

[12] M. Toepler, Z. techn. Physik, Bd. 3, S. 328 (1922).

Digitized by Google

werden mußte; dies war für einen Vergleich der erhaltenen Werte unter sich auch zweckmäßig. Man sieht, daß man bereits bei 25 cm zu Durchschlagspannungen zwischen 445 und 480 kV gelangt und bei 50 cm bei großer Streuung zu durchschnittlichen Werten von über 600 kV. Aus einer verwandten Anordnung, nämlich aus dem der ölgefüllten Durchführung, ist für einen zufällig festgestellten Fall die eben erhaltene Kurve für kleinere Werte extrapoliert. Der als Viereck eingezeichnete Punkt bei 11 cm ist die Durchschlagspannung einer ölgefüllten Durchführung mit der eingetragenen Dicke des aus Öl und Hartpapierwänden geschichteten Dielektrikums, wobei aber die eingesetzten Rohre nicht völlig einwandfrei waren.

Dieses Beispiel zeigt den außerordentlichen Wert der dünnen dielektrischen Schichten auf spannungführenden Elektroden. Die unmittelbare Aufbringung dünner Isolationsschichten, die im Vergleich zur angelegten Gesamtspannung nur eine geringe Durchschlagspannung (von 10 ··· 15 kV) haben, ist in der Literatur gelegentlich gestreift worden. Abgesehen von der vor dem Krieg bekannten Verbesserung des Öles durch Einbringung dielektrischer Zylinder bei der Öldurchführung ist das unmittelbare Verkleiden hochspannungführender Elektroden in der Praxis bereits als an sich bekannte Voraussetzung in dem DRP. 407 197 (BBC) aus dem Jahre 1922 enthalten. Dort ist auch die physikalische Erklärung für die Verbesserung der dielektrischen Eigenschaften von Öl angegeben, die eine Verkleinerung der Apparateabmessungen zulassen; die dünnen Isolationsschichten unterbrechen die den Durchschlag bei 50 Per/s einleitende Kettenbildung. In einem Vortragsversuch, den W. Petersen im Frühjahr 1925 in Darmstadt ausführte, habe ich von dieser Eigenschaft dünner dielektrischer Schichten auf den Elektroden Kenntnis erhalten, und A. Roth hat in seinem vorzüglichen 1927 erschienenen Buch[13] im Abschnitt 33 auch darauf hingewiesen. Eine dort erwähnte Papierumhüllung hatte ich zwar selbst 1923 bei 100 kV-Schaltern angewandt, doch war der Erfolg nicht so eindeutig, daß eine praktische Verwendung in Frage kam. Über den Wert der dünnen Wand hat dann Genaueres W. Estorff anläßlich seines Berliner Vortrages über den 220 kV-Ölschalter von SSW mitgeteilt[14]. Diese Ausführungen kann ich nach den inzwischen vorgenommenen Untersuchungen weitgehend bestätigen. Durchschläge, die von einer blanken Kugel von 20 cm Dmr. am unteren Ende einer 220 kV-Durchführung über 75 cm Entfernung nach dem Ölkessel schon bei 500 kV eintraten (entsprechend Abb. 4), wurden durch unmittelbare Umkleidung dieser Kugel mit dielektrischen dünnen Schichten bis zur Überschlagspannung der Durchführung von 700 ··· 720 kV völlig unterdrückt. Dieses erstaunliche Ergebnis erwies sich auch über sehr lange Beobachtungszeit als dauerhaft, besonders bei Anwendung eines der Darex G. m. b. H. in Frankfurt a. M. geschützten Verfahrens des Aufspritzens kolloider Hartgummilösungen, die sehr öl- und wärmebeständig sind, auf die für 700 kV nicht übermäßig große Elektrode. Das für Gase zuerst von Townsend entwickelte Bild des Durchschlags als einer Elektronen- oder Ionenlawine, das heute in den Grundzügen wohl feststeht, dürfte sinngemäß auch beim Durchschlagmechanismus im flüssigen Dielektrikum zutreffen. Die Wirkungsweise der Umkleidungen an der hochspannungführenden Elektrode ist dann eher verständlich; sie hemmen (besonders bei positiver Halbwelle) das Ingangkommen der Lawine an ihrem Ursprungsort. Dies ist dort mit elektrisch weniger festen Überzügen leichter möglich als an weiter entfernten Stellen, wo die Lawine schon ins Rollen gekommen ist. Denn für das Zustandekommen der Lawine als Folge der Stoßionisation ist nicht nur eine entsprechend hohe Spannung, sondern auch eine zu durcheilende freie Weglänge notwendig.

Noch auf eine meßtechnische Einzelheit möchte ich hinweisen, die ich seit Jahren im Bedarfsfalle verwendet habe und die zeigt, wie wertvoll bei Hochspannungsprüfungen gesteuerte Zwischenspannungen sind. Die Durchschlagprüfungen unter Öl bedeuten für die verwendete Durchführung, die die obere Spannungselektrode trägt, schon wegen des Öldurchschlags an sich, weiter infolge der häufigen Wiederholungen eine starke Beanspruchung ihres Innenbaues. Deshalb wurde bei der ersten Kurve (15 cm Dmr.) für Abstände größer als 50 cm die Durchführung durch Unterbauen ihres Flansches mit Stützisolatoren vom Ölkessel isoliert. Dies bringt zunächst keinen Vorteil, da sich die Teilspannungen auf Durchführung und Stützer umgekehrt wie die Kapazitäten verhalten. Bei Spannungsteigerung liegt an den kapazitätsarmen Stützern bald so viel Spannung, daß sie überschlagen, was durch umständliches Parallelschalten von Kapazitäten zu den Stützern zu ändern wäre. Viel einfacher ist es, bei Vorhandensein eines Transformators mit zugänglicher Hochspannungswicklung oder einer Kaskade den Flansch der Durchführung transformatorisch zu steuern, was bei den Fischerschen Lufttransformatoren leicht möglich ist. Das Verhältnis der Spannungen zwischen Durchführungsbolzen und isoliertem Flansch und zwischen diesem und dem geerdeten Ölkessel bleibt dann immer konstant und wird bei geeignet gewählter Anzapfung die Überschlagspannung der Stützisolatoren bei der höchsten Gebrauchspannung noch nicht erreichen. Diese Schaltung (Abb. 5) erwähne ich, weil sie von anderer Seite Jahre später zum Patent angemeldet wurde.

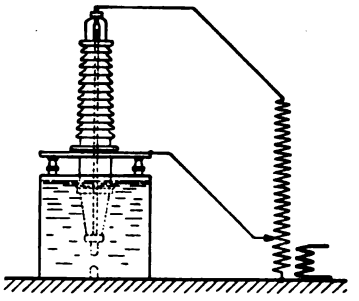


Abb. 5. Entlastung einer abgestützten Durchführung durch transformatorische Steuerung.

Übrigens sind die weiteren von mir selbst aufgenommenen Kurven für die 50 cm-Kugeln und für die 5 cm-Kugeln ohne Steuerung der Durchführung aufgenommen worden, da inzwischen deren Verbesserung so weit fortgeschritten war, daß man es wagen konnte, die außerordentlich vielen, Überspannungen erregenden Durchschläge unter Öl mit ihr vorzunehmen. Die starke Beanspruchung bei diesen zahlreichen Versuchen dürfte ein weiterer Beweis sein für die hochspannungstechnische Sicherheit der beschriebenen Ölkondensator-Durchführungen wie auch des Transformatorensatzes.

3.

Zum Abschluß dieser technischen Problemen gewidmeten Arbeit möchte ich ein Verfahren beschreiben, das gestattet, die in der Praxis vorkommenden Isolierstoffe, wenn sie einen linearen stromdurchflossenen Leiter umgeben, betriebsmäßig im Laboratorium zu untersuchen. Es ist bekannt und im letzten Jahrzehnt seit Aufkommen der Theorie des wärmeelektrischen Durchschlags ausgiebig untersucht, daß Isolierstoffe unter dem Einfluß hoher Temperaturen in ihrer Durchschlagfestigkeit nachlassen und daß zugleich die dielektrischen Verluste in ihnen stark ansteigen. In der Praxis liegt aber häufig der Fall vor, daß die Isolierstoffe nicht von außen her auf diese höhere Temperatur gebracht werden, sondern daß sie, wie im Fall des Kabels und der Durchführung, insonderheit der Hochstrom-Durchführung, durch die Joulesche Wärme des im Leiter fließenden Stromes erwärmt werden. Die Dielektrika stehen bei Hochspannungskabel und Hochspannungsdurchführung zu gleicher Zeit dauernd unter dem Einfluß des elektrischen Wechselfeldes, das Umelektrisierungsverluste hervorruft. Nach Feststellungen, die ich im Frühjahr 1929 unter den Hochspannungskabel-Fachleuten gemacht habe, ahmt man den Fall der Praxis bei Prüfung von Kabeln dadurch nach, daß man durch das Probestück niedergespannten Strom von der zulässigen Stromstärke schickt und dann an dem so erwärmten Kabel Durchschlagversuche oder Verlustmessungen ausführt. Dieses Verfahren entspricht aber nicht dem im Betrieb vorkommenden Fall der gleichzeitigen Einwirkung der Stromwärme und der Spannungsbeanspruchung.

Schon 1925 habe ich, um diesen Fall nachzuprüfen, ein anderes Verfahren angegeben und ausgeführt, mit dem man hochgespannten Strom jeder beliebigen Stärke durch die Kabelseele oder durch den Durchführungsbolzen schickt, die aber zugleich gegen Schelle oder Mantel unter der Nennspannung stehen. Man benötigt dazu außer dem Prüftransformator, der die Betriebspannung liefert, nur noch einen Isolierstromwandler etwa im Übersetzungsverhältnis 1 : 1, wie er für Kaskadenschaltung von Prüftransformatoren gebraucht wird und bei dem die Isolation zwischen Niederspannung und Hochspannungswicklung genügend groß, beispielsweise für 100 kV, bemessen ist. Dieser kann, um nur mit normal bemessenen Regelwiderständen auszukommen, einen zweiten in sich schwach isolierten Stromwandler er-

[13] A. Roth, Hochspannungstechnik. Verlag Julius Springer, Berlin.

[14] Die Schriftleitung der ETZ machte mich Ende Dezember 1932 darauf aufmerksam, daß die Nutzanwendung dieser Versuche auf Ölschalterkontakte den SSW durch DRP. 566 426 vom 8. IX. 1926 geschützt ist (Ausgabe des Patentes 16. XII. 1932, Erfinder H. Barthelt u. W. Estorff). Ein dem Prinzip der ölgefüllten Durchführung entsprechender Kontaktschutz durch Umhüllung der Kontakte in Öl durch verschiedene konzentrische Isolierkörper ist nach meinen inzwischen noch angestellten Nachforschungen ebenfalls den SSW durch DRP. 553 697 vom 10. XI. 1926 (Erfinder H. Barthelt) geschützt (Bekanntgabe des Patentes 29. VI. 1932).

Digitized by Google

regen, der aber gegen Erde der Nennspannung entsprechend isoliert sein muß. Seine Niederstromseite wird durch einen Widerstand geregelt, während hohe Ströme von beispielsweise 1000 ··· 3000 A auf der Sekundärseite dieses Wandlers erhalten und durch den Durchführungsbolzen bzw. die Kabelseele geschickt werden. Die Hochspannungseite des Isolierwandlers, damit der Zwischenwandler und der hochstromdurchflossene Leiter, werden durch den Prüftransformator auf die betreffende Betriebsspannung gebracht, so daß zwischen Bolzen und Schelle (bzw. Kabelseele und Kabelmantel) die betriebsmäßige Dauerwechselspannung liegt. Vor 7 Jahren habe ich bei Durchführungen nur durch das subjektive Verfahren des Abtastens und die nachfolgende Belastung der Durchführung mit der Prüfspannung feststellen können, ob die Isolation durch die innere Heizung gelitten hatte.

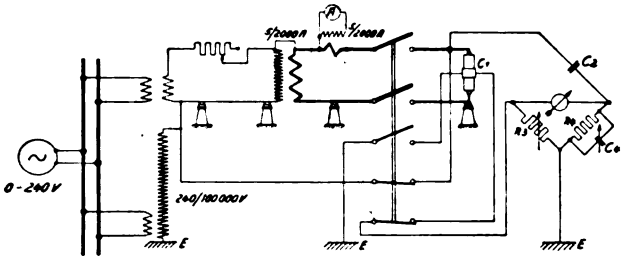


Abb. 6. Schaltbild zur Prüfung mit Strom und Spannung dauerbelasteter Durchführungen und Kabel.

Es ist aber auch möglich, mit Hilfe des Scheringschen Verfahrens quantitativ das Verhalten des unter dauernder Hochspannungsbeanspruchung stehenden Dielektrikums, das den von hohen Strömen durchflossenen Leiter umgibt, zu verfolgen, u. zw. durch Aufnahme zeitabhängiger Verlustkurven. An einer Kondensatordurchführung für 10 kV und 1000 A Normalstrom möchte ich das Verfahren erläutern. In Abb. 6 ist das Schaltbild der Anordnung aufgezeichnet. Durch miteinander gekuppelte, für die Nennspannung isolierte Trennschalter läßt sich die isoliert aufgebaute Durchführung mit höherem Strom belasten, während zugleich die Hochspannung des Prüftransformators am Bolzen und die Erde unmittelbar an der Schelle liegt. Durch Umschalten der Trennschalter kann der Hochstromkreis geöffnet und zugleich die Durchführung als das zu messende Objekt in eine Schering-Brücke gelegt werden; hierbei wird die Schelle (mehr als nötig) isoliert, wie es ihrer Lage in der Brücke entspricht. Diese Schalterstellung ist in Abb. 6 gezeichnet.

In Abb. 7 ist das Ergebnis der Messung des Verlustfaktors während der Dauerbelastung aufgeführt, die maximal bis 6 h ausgedehnt wurde. Die Untersuchung der Durchführung begann im kalten Zustand, ohne daß Strom durch den Bolzen floß, bei 10 kV; der Verlustfaktor blieb, wie ersichtlich, konstant. Dann wurde die Durchführung zugleich mit 1000 A belastet. Der Verlustfaktor stieg allmählich, erreichte aber nach über 2 h einen konstanten Wert: die Konstruktion ist auch bei gleichzeitiger Erwärmung durch hochgespannten Strom und dielektrische Verluste brauchbar. Es wurde dann mit 15 kV zunächst eine Belastung nur mit Spannung ausgeführt; wieder blieb der Verlustwinkel konstant. Bei der darauf einsetzenden Strombelastung von 1000 A und gleichzeitiger Spannungsbeanspruchung mit 15 kV stieg der Verlustwinkel. Er wurde wieder nach etwas über 2 h bei dem Wert $\operatorname{tg}\delta = 0{,}04$ konstant. Zur stärkeren Beanspruchung der Durchführung wurde auf 20 kV übergegangen, zunächst nur als Leerlaufbelastung, dann mit 20 kV und 1000 A zugleich. Als diese nach 3 h wieder zu einem konstanten Wert von $\operatorname{tg}\delta = 0{,}044$ führte, wurde versucht, die Durchführung zum Wärmedurchschlag zu bringen. Durch Umschaltung auf 2000 A stieg der Verlustfaktor stark an. Nach etwa 1½ h erreichte man aber auch nur einen festen Wert. Die Durchführung wurde dann (nach Wiederabkühlung auf Raumtemperatur) mit der dreifachen Nennspannung belastet. Sie hatte bei 30 kV ein unveränderliches $\operatorname{tg}\delta = 0{,}032$, hatte also durch die vorherige Überbeanspruchung nicht gelitten. Um sie endlich zum Durchschlag zu bringen, wurde sofort mit 1500 A belastet. Wieder stieg der Verlustfaktor stark an, nach etwa 3 h aber nur noch wenig und ging schließlich in den konstanten und sehr hohen Wert von 0,09 über. Ein Durchschlag trat selbst nach 6 h nicht ein; die Temperatur der für diesen Fall auch nicht gerade geeigneten Anschlüsse war auf 100 ° C gestiegen! Hierzu sei bemerkt, daß bei sehr hohen Strömen in Schaltern die Erreger der zusätzlichen Erwärmungen gerade die Kontaktstellen sind, sei es an den festen Anschlüssen, sei es an den Öffnungskontakten selbst, so daß zu dem radial vom Bolzen nach außen in den Isolierstoff strömenden Wärmefluß noch die axial dem Isolierstoffzylinder zuströmende Erwärmung von den Kontakten her hinzukommt. All diese Fälle, auch die beim teilweisen oder völligen Eintauchen des Isolators in Öl, sind nach unserem Verfahren ohne Schwierigkeit zu untersuchen, während sie rechnerisch nie geklärt werden könnten.

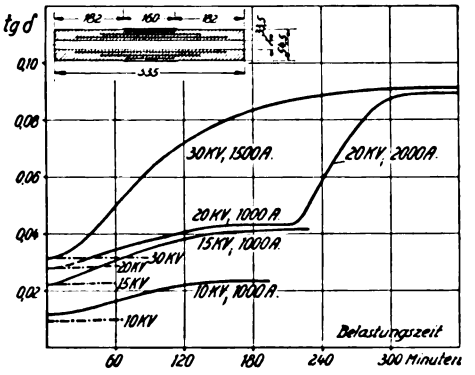


Abb. 7. Zeitabhängige Verlustkurven einer mit Strom und Spannung belasteten 10 kV- 1000 A-Kondensatordurchführung.

Für sehr hohe Spannungen, etwa 220 kV, sind die in den Innenleitern fließenden Ströme betriebsmäßig gering. Die von ihnen herrührende Joulesche Wärme kann den aus mechanischen Gründen schon überbemessenen Leiter nicht wesentlich erwärmen. Sie können also auch nicht die Verluste in einer Durchführung, vor allem in einer solchen mit innerer Kühlung, wie bei der von mir beschriebenen Öl-Kondensatordurchführung, nennenswert beeinflussen; ich habe daher diesen Fall nie nachgeprüft. Möglich gewesen wäre dies bei der vorhandenen zweiteiligen Kaskade auch bis zu Spannungen von 500 kV; denn der erste auf der Erde stehende Transformator hat ja außer der dünndrähtigen Hochspannungswicklung noch eine an ihrem Ende liegende Übertragungswicklung, die damit für 500 kV gegen die Niederspannung isoliert ist. Es ließe sich also mit diesem Transformatorensatz, ohne daß ein besonderer Isolierwandler notwendig wäre, bis zu 500 kV auch noch die eben beschriebene Schaltung ausführen.

Die Bedeutung der Ebenheit von Platten und Topfböden für die Wirtschaftlichkeit des Kochens.

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. **G. Dettmar**, Hannover.

Übersicht. Es wird ein einfaches, überall verwendbares und billiges Prüfgerät beschrieben, mit dem man ermitteln kann, ob Kochplatten oder Kochtopfböden eben genug sind, um eine gute Wärmeübertragung zu erzielen, wobei auch die Möglichkeit gegeben ist, den Tatbestand durch photographische Aufnahme, falls eine solche erwünscht ist, festzuhalten. Auch die Größe der Abweichung kann für die Praxis mit genügender Genauigkeit geschätzt werden.

Kochplatten und Kochtopfböden sind schon im neuen Zustande nicht immer vollkommen eben. Im Gebrauch verziehen sie sich aber, je nach Bauart, mehr oder weniger, so daß mit der Zeit zwischen Topf und Platte das bekannte Luftpolster entsteht, durch welches der Wirkungsgrad des Kochens unter Umständen erheblich heruntergesetzt wird. Lauster[1], Stålhane[2], Mörtzsch[3] und Völker[4] haben eingehende Untersuchungen darüber angestellt und gezeigt, welche beträchtlichen Werte die Ver-

[1] Petersen, Forschung u. Technik, S. 406; Berlin 1930.
[2] O. Stålhane u. N. Ekwall, ERA, Stockholm, Bd. 1, S. 55 (1928).
[3] Untersuchung über die Eignung verschiedener Kochgeschirre für das elektrische Kochen, Elektr.-Wirtsch. Bd. 29, S. 492 (1930).
[4] H. 9 der Mitteilungen des Forschungsinstituts für Elektrowärmetechnik an der T. H. Hannover.

Digitized by Google

minderung des Wirkungsgrades annehmen kann, d. h. in welchem starken Maße die Wirtschaftlichkeit des Kochens durch die Unebenheit beeinflußt wird. Im Interesse der Zufriedenheit der Stromabnehmer liegt es daher, daß sie mit möglichst ebenen Platten und Kochtopfböden arbeiten, denn eine Verbesserung des Wirkungsgrades ist für den Abnehmer gleichbedeutend mit einer Herabsetzung der Stromkosten.

Ist die Unebenheit der beiden Teile, wie in Abb. 1 a (der Deutlichkeit halber stark übertrieben) dargestellt, dann kann man den Fehler, wenn man darauf acht gibt, sehen oder sogar fühlen. Seine Größe und seinen Einfluß auf den Wirkungsgrad einigermaßen abzuschätzen, ist aber sehr schwer und erfordert große Erfahrungen. Ist dagegen die Unebenheit so gestaltet, wie sie etwa in den Abb. 1 b ··· f gezeichnet ist, so wird man meist glauben, daß Topf und Platte gut aufeinander sitzen und daß die Wärmeübertragung günstig ist, weil man die Zwischenräume nicht sehen kann.

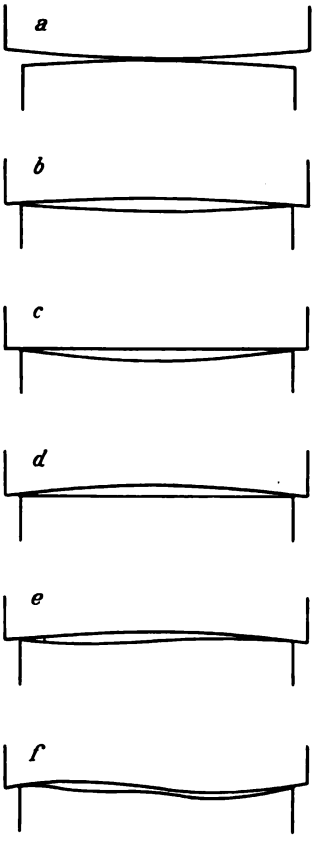


Abb. 1. Verschiedene Unebenheiten.

Die Nachmessung von Topfboden und Kochplatte mit Hilfe einer Meßuhr oder eines Sphärometers ist für die Praxis viel zu umständlich und zeitraubend. Mit Hilfe eines von mir für diesen Zweck besonders entworfenen Prüfgerätes[5] kann man aber leicht, bei Herden sogar ohne die Platte herauszunehmen, sich vergewissern, ob sie eben genug ist, um eine gute Wärmeübertragung zu gewährleisten, und ebenso kann man dasselbe bei dem zugehörigen Topf machen. Das Prüfgerät, das in Abb. 2 dargestellt ist, besteht aus einem genau bearbeiteten Richtlineal, das auf einer Seite mit einer gut abgedeckten Lichtquelle (Röhrenlampe) versehen ist. Es kann das Licht infolgedessen nach der anderen Seite nur durch etwaige zwischen Richtlineal und Platte bzw. Topfboden vorhandene Zwischenräume hindurchtreten, so daß man die Unebenheit ohne weiteres mit dem Auge sehen oder in besonderen Fällen mit einer photographischen Platte festhalten kann. Natürlich genügt nicht eine solche Untersuchung, sondern man muß, um ein Urteil über die ganze Platte bzw. den ganzen Boden zu bekommen, einige Beobachtungen anstellen, u. zw. ist es am besten, das Prüfgerät um die Achse der Platte bzw. des Topfes immer um je 45° oder 30° zu drehen. Das Gerät kann an jede Steckdose angeschlossen werden, so daß man die Beobachtungen überall leicht ausführen kann und damit ein schnelles Urteil über die Ebenheit der Platte bzw. der Topfböden gewinnt. In den Einzelheiten ist dieses Gerät in der Z. Elektrowärme 1933, S. 2, beschrieben, und in Abb. 3 ist es auf einer Platte liegend dargestellt.

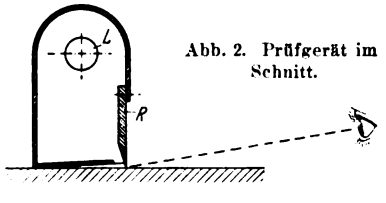


Abb. 2. Prüfgerät im Schnitt.

[5] DRGM. Nr. 1233976 Kl. 42 b.

Mit diesem Gerät ist man aber nicht nur in der Lage zu ermitteln, ob eine Platte oder ein Topfboden uneben ist, sondern man kann auch mit einiger Genauigkeit feststellen, in welchem Maße das der Fall ist. Dazu befindet sich in der Mitte des Richtlineals ein Einschnitt bestimmter Größe, z. B. von 0,5 oder 1,0 mm. Durch Vergleich des Bildes dieses Einschnittes mit dem Bilde des Zwischenraumes zwischen Lineal und Platte bzw. Topf kann man die Größe der Unebenheit abschätzen. In Abb. 4 ist ein solches Spaltbild einer im schlechten Zustand befindlichen Platte wiedergegeben, während Abb. 5 die Aufnahme bei einem sehr guten Topf zeigt.

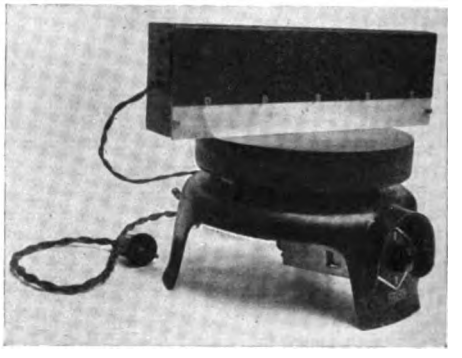


Abb. 3. Prüfgerät auf einer Kochplatte.

Das Prüfgerät wird normal für Platten bis 25 cm Dmr. ausreichend hergestellt und wiegt nur 1250 g. Es kann aber auch für größere Platten gebaut werden. Geliefert wird es von der Adler AG., Fabrik elektrischer Apparate, Hannover, Oberstr. 2.

Abb. 4. Spaltbild einer schlechten Platte.

Abb. 5. Spaltbild eines guten Topfes.

Mit Hilfe dieses Gerätes ist man in der Lage, Abweichungen von der Ebenheit festzustellen und ihrer Größe nach genügend genau abzuschätzen, so daß man sich leicht darüber klar werden kann, ob Topf und Platte noch so zu einander passen, daß ein genügend guter Wärmeübergang zu erwarten ist. Dadurch haben nicht nur Hersteller und Lieferanten von Platten und Töpfen und Installateure Gelegenheit, die neuen Teile zu prüfen und sich selbst zu überzeugen, ob das von ihnen gelieferte Material gut ist, sondern auch den Elektrizitätswerken ist ein Gerät in die Hand gegeben, mit dem sie jederzeit feststellen können, ob Platten bzw. Topfböden, mit denen die Abnehmer arbeiten, sich noch in einem Zustand befinden, der ein wirtschaftliches Kochen gewährleistet. Es erscheint mir sogar zweckmäßig, in geeigneten Zwischenräumen die Platten und Töpfe mit Hilfe dieses Instrumentes zu prüfen und dadurch den Abnehmern dauernd ein billiges Kochen zu sichern, wodurch manche Klagen über zu hohe Kosten des elektrischen Kochens verstummen werden.

Digitized by Google

Schwingungsprüfmaschinen in der Elektrotechnik.

Von Dr. W. Späth, Wuppertal.

Übersicht. Meßverfahren zur Untersuchung mechanischer Schwingungsysteme. Bestimmung von kritischer Frequenz, Dämpfung, schwingender Masse, dynamischer Federung. Einige Beispiele aus der Elektrotechnik, Beschreibung mehrerer Schwingungsprüfmaschinen.

Die Maschinen der Elektrotechnik zeichnen sich durch verhältnismäßig hohe Umdrehungszahlen aus, so daß irgendwelche Störungen während des Laufs periodische Kräfte entsprechend hoher Frequenz verursachen. Die Frequenz dieser Störkräfte kann daher den Eigenfrequenzen der in einer Maschinenanlage gegebenen Schwingungssysteme nahe kommen, so daß die Möglichkeit von kritischen Schwingungserscheinungen durch Resonanzvergrößerung der Erregerkräfte vorhanden ist.

Eine systematische Untersuchung dieser und ähnlicher Erscheinungen hat zwei Aufgaben zu erfüllen. Zunächst sind die Erregerkräfte zu analysieren und gegebenenfalls durch entsprechende Maßnahmen zu beseitigen. Hiermit beschäftigt sich die Auswuchttechnik bzw. die Lehre vom Massenausgleich. Die zweite Aufgabe besteht in der planmäßigen Untersuchung der mechanischen Schwingungssysteme, in denen die periodischen Erregerkräfte zur Wirkung gelangen. Diese Untersuchung erfolgte bis heute meist durch Rechnung, ein Weg, der die nötigen Daten nicht mit der genügenden Genauigkeit und Vollständigkeit zu liefern vermag.

Die Erfolge, die in den letzten Jahren auf den verschiedensten Gebieten mit Schwingungsprüfmaschinen zur systematischen Untersuchung der Eigenschaften von technischen Schwingungsystemen und damit zur Beherrschung der Schwingungsvorgänge erzielt wurden, dürften eine kurze Darstellung der inzwischen entwickelten Versuchstechnik unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Elektrotechnik rechtfertigen. Auf einige der bisher erschienenen Arbeiten, die sich hauptsächlich mit der Untersuchung von Brücken, Schiffen und Bettungen beschäftigen, sei kurz hingewiesen[1].

Grundanordnung der Schwingungsprüfmaschinen.

Das den Schwingungsprüfmaschinen zugrunde liegende Meßverfahren besteht darin, auf die zu untersuchenden mechanischen Gebilde sinusförmige Kräfte bzw. Momente zur Einwirkung zu bringen, deren Größe, Frequenz, Richtung und Angriffstelle beliebig gewählt werden können. Die Beobachtung der Auswirkung der periodischen Kräfte ergibt eine umfassende Kennzeichnung, aus der alle wichtigen Daten zu entnehmen sind. Die Erzeugung der periodisch wechselnden Kräfte erfolgt am einfachsten durch Ausnutzung der Zentrifugalkraft rotierender, exzentrisch gelagerter Massen. Um eine bestimmte Richtung der Erregerkräfte festzulegen, wird im allgemeinen eine Kombination von mindestens zwei synchron und gegenläufig rotierenden Massen vorgesehen. Zur Bestimmung der Zentrifugalkräfte werden die Exzentermassen auf einer Schwerpunktwaage ausgewogen. Diese Auswiegung erfolgt für verschiedene Stellungen der beliebig verstellbaren Exzentrizität, so daß ein Kräfteplan entworfen werden kann, dem die bei jeder Exzenterstellung und Frequenz ausgeübte Kraft zu entnehmen ist.

Die exzentrischen Massen werden am einfachsten durch Gleichstrommotoren angetrieben, deren große Regelungsfähigkeit die Bestreichung eines entsprechend großen Frequenzbereichs ermöglicht. Auf die hierbei auftretenden besonderen Fragen in der Ausbildung des Antriebs unter Berücksichtigung der verschiedensten Forderungen sei jedoch nicht weiter eingegangen.

Die Ausnutzung der Zentrifugalkraft bringt eine Reihe von grundsätzlichen Fortschritten mit sich, die eine wesentliche Bereicherung der Prüftechnik ganz allgemein bedeuten. Vor allen Dingen können durch die Zentrifugalwirkung außerordentlich große Prüfkräfte unter Zuhilfenahme eines sehr kleinen technischen Aufwandes erzeugt werden. Ein Belastungstück übe im Erdschwerefeld eine Kraft von z. B. 1 kg auf die Unterlage aus. Wird dasselbe Stück um eine feste Achse herumgeschleudert, etwa an einem Hebelarm von nur 10 cm und mit einer Drehzahl von 50 Hz, so ergibt sich eine Kraftwirkung im Zentrifugalfeld, die rund das tausendfache der Erdanziehung beträgt. Dazu kommt, daß die Zentrifugalbeschleunigung in einfachster Weise zu regeln ist, während die Erdbeschleunigung sich jeder Einwirkung entzieht. Die Größe der Belastung kann außer durch Änderung der Masse auch durch Änderung des Exzenterradius und besonders wirksam durch Änderung der Drehzahl beeinflußt werden. Während bei anderen Belastungsverfahren die heute besonders wichtige schnelle Wiederholung der Einzelbelastungszyklen Schwierigkeiten macht, ist bei den Schwingern in gewissen Grenzen der Aufwand um so kleiner, je schneller die Belastungszyklen sich folgen. Ein weiterer Vorteil, der nicht genug unterstrichen werden kann, besteht darin, daß mit Hilfe von Schwingern in jeder beliebigen Richtung Kräfte und Momente ausgeübt werden können, ohne daß irgendwelche festen Gegenpunkte nötig wären. Man denke sich z. B. die Aufgabe, die Windverbände einer Brücke durch horizontal wirkende Wechselbelastungen zu prüfen. Diese und viele ähnliche Aufgaben sind innerhalb eines wirtschaftlich vertretbaren Aufwandes erst durch die Ausnutzung der Zentrifugalkraft möglich geworden.

Die Durchführung der Versuche.

Befestigt man eine solche Einrichtung auf dem zu untersuchenden elastischen Gebilde, so werden erzwungene Schwingungen in völlig beherrschbarer Weise erzeugt. Die Beobachtung der verschiedenen das Schwingungsgebilde charakterisierenden Größen in Abhängigkeit von den erregenden Kräften ergibt einen klaren Überblick über die dynamischen Verhältnisse. Vor allen Dingen liefert die Bestimmung der Abhängigkeit der Einzelgrößen von der Frequenz der erregenden Kräfte die sog. Resonanzkurven.

Als Beispiel sei die Untersuchung eines Rotors angenommen, dessen kritische Biegungsfrequenz aufgefunden werden soll. Auf der Mitte des Rotors, der auf beiden Seiten gelagert sei, wird eine Schwingungsanordnung befestigt, die aus zwei gegenläufig rotierenden exzentrischen Massen bestehe. Wird diese Einrichtung in Rotation versetzt, so bleibt der Rotor zunächst so gut wie in Ruhe. Bei weiter gesteigerter Umdrehungszahl der exzentrischen Massen gerät der Rotor in immer stärker anwachsende Schwingungen, um bei einer bestimmten Drehzahl einen Höchstwert zu erreichen. Wird die Drehzahl noch weiter gesteigert, so nehmen die Schwingungsausschläge wieder ab und nähern sich asymptomisch einem Endausschlag für unendlich hohe Umdrehungszahl. Es ergeben sich hierbei Kurven, wie sie in Abb. 1 für verschiedene Werte des logarithmischen Dekrements der Dämpfung dargestellt sind. Diese Kurven zeigen einen etwas anderen Verlauf, als im allgemeinen bei theoretischen Betrachtungen der Resonanzgesetze angenommen wird. Um die Resonanzgesetze rein darstellen zu können, wird die erregende Kraft als konstant vorausgesetzt. In der Praxis dagegen zeigt sich, daß die Erregerkräfte mechanischer Erschütterungen meist quadratisch mit der Frequenz ansteigen, wodurch der in Abb. 1 dargestellte Verlauf der Amplitudenresonanzkurven begründet ist. Eine Folge dieses quadratischen Anstiegs der Erregerkraft ist z. B. eine Verlagerung der kritischen Frequenz des stärksten Schwingens nach höheren Frequenzen gegenüber der Eigenfrequenz der ungedämpften Eigenschwingungen. Hierauf kann jedoch nicht näher eingegangen werden[2].

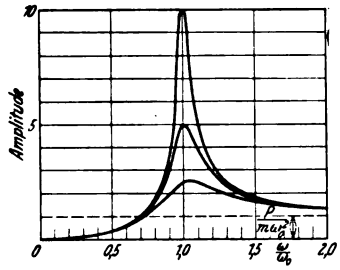


Abb. 1. Resonanzkurven des Ausschlages für verschiedene Dämpfungen bei quadratisch mit der Frequenz ansteigender Erregerkraft.

[1] W. Späth, Z. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1928, H. 37/38; R. Bernhard u. W. Späth, Stahlbau 1929, H. 6; W. Späth, Werft Reed. Hafen 1930, H. 5, S. 92; A. Hertwig, Bauing. 1931, H. 25 u. 26, W. Späth, Z. VDI Bd. 75, S. 83 (1931); W. Späth, Z. VDI Bd. 76, S. 348 (1932).

[2] Eine Zusammenstellung der Verhältnisse an mechanischen Schwingungskreisen unter Verwendung von Vektordiagrammen siehe W. Späth, Ing.-Arch. Bd. 2, S. 651 (1932).

Digitized by Google

Bei der Durchführung von Messungen mit Hilfe von Schwingungsprüfmaschinen kann natürlich vorausgesetzt werden, daß durch passende Einrichtungen eine Konstanthaltung der erregenden Kraft unabhängig von der Frequenz gewährleistet ist. Experimentell wesentlich einfacher ist es jedoch, zunächst ohne Rücksicht auf eine Frequenzabhängigkeit der Erregerkraft zu messen und, falls dies erforderlich sein sollte, nachträglich die Ergebnisse auf konstante Erregerkraft umzurechnen.

In dem gewählten Beispiel ist die Messung des Schwingungsausschlages sehr einfach, da ein fester Meßpunkt zur Verfügung steht. Eine Meßuhr tut hierbei gute Dienste, wenigstens solange die Schwingungszahlen nicht zu hoch liegen. Schwieriger werden jedoch die Verhältnisse, wenn ein fester Meßpunkt fehlt, wie dies meistens der Fall ist. Es kommen dann zur Messung der Schwingungsamplitude sog. Schwingungsmesser in Frage, die selbst aus einem schwingungsfähigen System bestehen. Hierbei werden besondere Vorsichtsmaßregeln erforderlich, um über einen größeren Frequenzbereich Messungen mit gleichbleibender Genauigkeit durchzuführen.

Die Messung des Schwingungsausschlages ist bei derartigen Untersuchungen immer erstrebenswert, schon deshalb, weil diese Amplituden unmittelbar ein Maß für die Beanspruchung der wechselnd belasteten Glieder sind. Leider sind entsprechende Messungen in der Praxis häufig nur unter Schwierigkeiten durchzuführen. In allen Fällen hat sich besonders zweckentsprechend und einfach die Messung der Leistung der Antriebsmotoren einer Schwingungsmaschine erwiesen, wodurch eine Reihe von Schwierigkeiten beseitigt wird. Die von den Antriebsmotoren beim Durchgang durch ein kritisches Frequenzgebiet aufgenommene Leistung steigt sehr stark an, da außer den Leerlaufverlusten beim Durchschreiten eines kritischen Gebietes die zusätzliche Schwingleistung aufgebracht werden muß. Zur Durchführung solcher Messungen ist kein fester Meßpunkt nötig, außerdem sind die zur Verwendung gelangenden Wattmeter einfache, genaue und nicht zuletzt auch verhältnismäßig billige Instrumente.

Mißt man die zu verschiedenen Umdrehungszahlen der Schwungmassen zugehörigen Wattaufnahmen der Antriebsmotoren, so erhält man Resonanzkurven der Leistung, in denen als Abszisse die sekundliche Umdrehungszahl der Schwungmassen (Hertz) aufgetragen ist, während die Ordinaten die Ablesungen am Wattmeter darstellen (Abb. 2). Bei der Aufnahme solcher Kurven muß sich natürlich ein Gleichgewicht zwischen aufgenommener und abgegebener Leistung eingestellt haben, insbesondere muß nach jeder Verstellung des Reglers zur Einstellung der verschiedenen Umdrehungszahlen so lange gewartet werden, bis das Wattmeter nach Überwindung des Schaltvorganges den jeweiligen endgültigen Wert angenommen hat. Die Ordinatenabschnitte zwischen der Linie *A—B* und der Nullinie geben hierbei den Verbrauch an Leerlaufarbeit der Schwingungsprüfmaschine an. Diese Leerlauflinie kann für sich aufgenommen werden, indem die Maschine auf eine starre Unterlage gestellt und der Verbrauch der Anordnung allein bestimmt wird. Ein anderer, einfacherer Weg zur Bestimmung der Leerlauflinie besteht darin, die Exzentrizität der Massen auf Null zu stellen, so daß die abgegebene Leistung Null ist. Die Ordinatenabschnitte zwischen der Linie *A—B* und der Resonanzlinie geben die eigentliche Schwingleistung an, die von der Maschine in das mechanische Schwingsystem abgegeben wird. Diese Ordinatenabschnitte können auch für sich aufgetragen werden, so daß die Resonanzkurve der eigentlichen Schwingleistung erhalten wird.

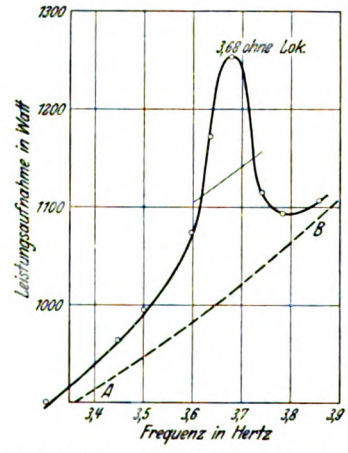


Abb. 2. Resonanzkurve der Leistung einer Eisenbahnbrücke.

Die Auswertung der Versuche.

Die auf solche Weise gewonnenen Resonanzkurven der Amplitude bzw. der Leistung enthalten wichtige Aussagen zur Beurteilung des Schwingungssystems. Zunächst von Bedeutung ist die Ermittlung der kritischen Frequenzen, bei denen die Höchstwerte der Amplitude bzw. der Leistung erreicht werden. Die Kenntnis dieser kritischen Frequenzen ist zur Beurteilung der Möglichkeit von Resonanzerscheinungen im praktischen Betrieb besonders wichtig. In entsprechender Weise lassen sich außer der Grundfrequenz natürlich auch Oberschwingungen feststellen.

Aus den Resonanzkurven sind ferner die Werte für die Dämpfung der elastischen Systeme zu entnehmen, etwa als logarithmisches Dekrement der Dämpfung.

Abb. 3. Tragbare Schwingungsprüfmaschine zur Untersuchung von Maschinenteilen, Decken, Wänden usw. Zulässige Zentrifugalkraft 200 kg, höchste Drehzahl 70 U/s.

Auf die Bestimmung der Dämpfung aus Resonanzkurven der Amplitude bzw. der Leistung sei hier nicht näher eingegangen. Die Dämpfung ermöglicht die Beurteilung der Breite des Resonanzgebietes, die Bestimmung des Vergrößerungsfaktors der Resonanzwirkung und auch der Aufschaukelzeit, die zur Erreichung des jeweiligen Endausschlages nötig ist.

Ferner lassen sich aus derartigen Messungen bestimmen mitschwingende Masse, dynamische Federkonstante und u. U. die Kopplungsgrößen zwischen zwei Systemen.

Diese Zahlenwerte ergeben ähnlich wie bei elektrischen Schwingungskreisen eine eingehende Kennzeichnung des Zustandes des mechanischen Schwingungsgebildes, gleichgültig um welche besonderen Gebilde es sich im einzelnen Fall handelt. Das Verhalten eines elastischen Gebildes kann somit in Kurven bzw. in genauen Zahlenwerten festgehalten werden, wodurch eine sichere Grundlage für die Beurteilung des Gebildes im praktischen Betrieb gewonnen wird. Ebenso können notwendig werdende Veränderungen und deren Einfluß auf das schwingungstechnische Verhalten genau verfolgt werden. Solche Messungen kommen in Frage für Brücken, Schiffe, Gebäude, Türme, Gründungen, Bettungen, Fundamente, Maschinenteile, Flugzeuge, Krananlagen u. v. m.

Durch die Aufnahme einer Resonanzkurve ist das mechanische Gebilde in eindringlicher Weise gekennzeichnet. Irgendwelche Veränderungen der Resonanzkurven bei regelmäßig wiederholten Terminmessungen lassen Schlüsse auf inzwischen erfolgte Änderungen des Gebildes ziehen. Auch Dauerversuche an größeren Konstruktionen sind ohne weiteres durchzuführen, da durch Ausnutzung der Resonanzwirkung mit Hilfe verhältnismäßig kleiner Einrichtungen große Kräfte in schnellem Wechsel erzeugt werden können.

Auf den meisten der genannten Gebiete liegen bereits eingehende und ermutigende Erfahrungen vor. Systematische Versuchsreihen sind an einer Reihe von Forschungstellen im Gang, deren rasches Vorwärtsschreiten theoretisch und praktisch wichtige Erkenntnisse für die nächste Zeit erwarten läßt. Eine nähere Aufführung würde hier zu weit führen. Speziell für den Elektrotechniker kommen etwa in Frage die Untersuchung der Bettungen und Fundamente von Maschinen, die Untersuchung

Digitized by Google

von Gebäuden, Decken usw., ferner die Untersuchung von kritischen Frequenzen von Maschinenteilen, Freileitungen, ferner etwa die Untersuchung der Federeigenschaften von elektrischen Lokomotiven u. ä. m.

Schwingungsprüfmaschinen für verschiedene Zwecke.

Diese verschiedenartigsten Anwendungsgebiete machten eine entsprechende Durchbildung von Schwingungsprüfmaschinen notwendig. Nach Klärung einer Reihe wichtiger Fragen elektrischer und mechanischer Natur und Sammlung reicher Erfahrungen konnte daran gegangen werden, für die verschiedenen Zwecke zuverlässige

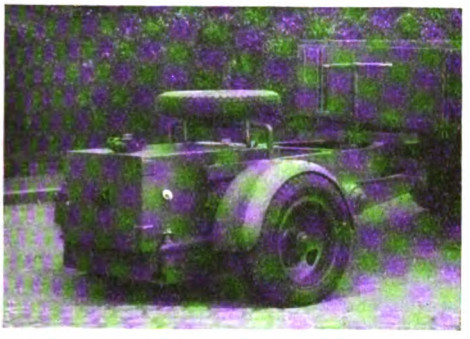


Abb. 4. Fahrbare Schwingungsprüfmaschine zur Untersuchung des Erdbodens, von Bettungen, Fundamenten usw. Zulässige Zentrifugalkraft 2000 kg, höchste Drehzahl 60 U/s.

und richtig bemessene Schwinger herzustellen. Im folgenden sollen einige Typen zur Veranschaulichung der beschrittenen Wege beschrieben werden. Ein Bild von der Mannigfaltigkeit der Konstruktionsbedingungen ergibt sich schon daraus, daß derartige Schwinger von einem Eigengewicht von wenigen Kilogramm bis zu einem solchen von 25 000 kg bereits hergestellt wurden[3].

In Abb. 3 ist ein kleiner Schwinger zur Untersuchung von Maschinenteilen, Decken, Wänden usw. dargestellt. Die höchste Drehzahl beträgt bei diesem Schwinger 70 U/s. Der eigentliche Schwinger besteht aus einem Leichtmetallgehäuse, in dem zwei Motoren angeordnet sind, deren Anker durch entsprechende Zahnradgetriebe synchron und gegenläufig rotieren. Unmittelbar auf den Wellenstümpfen sind die verstellbaren Exzentergewichte angebracht. In Abb. 3 sind die vorderen Exzentergewichte erkennbar. Ein Raster, gegen das die Gewichte gepreßt werden, ermöglicht eine feinstufige Einstellung der Exzentrizität der Gewichte. Die beiden Motoren können entweder parallel an 110 V oder auch hintereinander an 220 V Gleichstrom gelegt werden. Die Regelungseinrichtung für die Umdrehungszahl ist in einem Holzkasten vereinigt. Ein Tachometer und ein Wattmeter, beide deutlich auf der Abbildung sichtbar, vervollständigen die Meßeinrichtung.

Die in Abb. 4 gezeigte Maschine stellt einen Schwinger neuester Konstruktion zur Durchführung von Bodenuntersuchungen dar. Der eigentliche Schwinger ist hierbei in einem vor Staub und Wasser schützenden Gehäuse untergebracht, das seinerseits auf einem lafettenförmigen Fahrgestell transportiert werden kann. Zur Durchführung einer Messung wird der Schwinger auf den Boden abgesetzt und die Lafette abgezogen, worauf die entsprechenden Resonanzkurven aufgenommen werden können. Versuche mit solchen Maschinen zeigen[4], daß die verschiedenen Bodensorten deutlich gewisse kritische Frequenzgebiete aufweisen. Damit ist ein Weg gezeigt, in die elastischen Verhältnisse von Bettungen aller Art an Hand von systematischen dynamischen Untersuchungen tiefer einzudringen[5]. Auch die Frage der zeitlichen Setzungen, die für die Bautechnik eine große Rolle spielen, scheint durch Rüttelversuche mit derartigen Maschinen wesentlich gefördert werden zu können.

Als letztes Beispiel sei noch ein Schwinger kurz erwähnt, der zur Ausführung von Dauerversuchen an größeren Eisenkonstruktionen wie Brückenüberbauten bis zum Ermüdungsbruch dient (Abb. 5). Versuche mit solchen Maschinen, die besonders von der Deutschen Reichsbahn[6] in großem Maßstab durchgeführt werden, zeigen, daß auch auf diesem Gebiet wesentliche Fortschritte in der Erkenntnis der Vorgänge in dauerbeanspruchten Konstruktionen erzielt werden können[7].

Zusammenfassung und Ausblick.

Es gibt heute kaum ein Einzelgebiet der Technik, in dem nicht die Berücksichtigung dynamischer Vorgänge in mechanischen Systemen notwendig geworden wäre. Die Grundannahme der Statik, die unendlich langsame Aufbringung der Last und damit die Wahrung des einfachen Verhältnisses zwischen einwirkender Kraft und erzeugter Verformung nach Größe und Phase ist in der Praxis so gut wie nie vorhanden. Bei der Verformung einer technischen Konstruktion treten nicht nur elastische Gegenkräfte auf, sondern es sind in gleicher Weise die Reibungswiderstände und die Trägheitskräfte der in Bewegung gesetzten Massen zu berücksichtigen. Durch die Aufnahme von Resonanzkurven ist der Zustand eines mechanischen Systems sehr scharf gekennzeichnet. Da dynamische Belastungsversuche mit Schwingern in kürzester Zeit und unter genau gleichbleibenden Bedingungen beliebig oft wiederholt werden können, sind vergleichbare Terminmessungen zur Nachkontrolle des Zustandes eines technischen Systems einfach durchzuführen. Irgendwelche Schädigungen, die die Betriebsicherheit gefährden können, sind aus dem Vergleich der Resonanzkurven zu entnehmen.

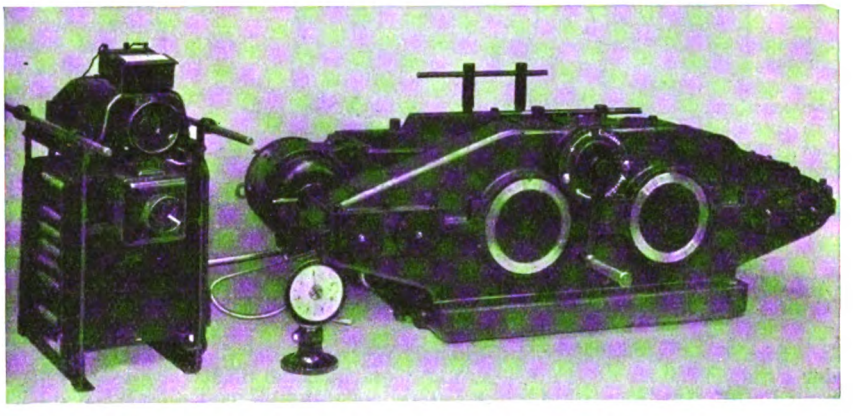


Abb. 5. Schwingungsprüfmaschine zur Untersuchung von Brückenüberbauten im Dauerversuch. Zulässige Zentrifugalkraft 10 000 kg, höchste Drehzahl 12 U/s.

Die Ausnutzung der Zentrifugalkraft in Verbindung mit der Resonanzvergrößerung ermöglicht ferner die Ausübung sehr großer Kräfte im Dauerversuch. Durch verhältnismäßig einfache Einrichtungen lassen sich naturgroße Konstruktionen im Ermüdungsversuch bis zum Bruch prüfen, wobei in kurzer Zeit die ganze Lebensgeschichte mit all ihren Einzelheiten abgerollt werden kann.

Die bisherigen Versuchsergebnisse auf den verschiedensten Gebieten der Technik und die an einer großen Anzahl von Forschungsstellen des In- und Auslandes unternommenen Versuchsreihen lassen die Überzeugung berechtigt erscheinen, daß derartigen Schwingermessungen in wachsendem Ausmaß besondere Bedeutung zukommt, und daß ihre regelmäßige Ausführung in der täglichen Prüfpraxis in Bälde zur Selbstverständlichkeit geworden sein wird.

[3] Die Schwingungsprüfmaschinen werden von der Firma Losenhausenwerk A. G., Düsseldorf, hergestellt.

[4] Vgl. Vgl. A. Hertwig, wie Fußnote 1.

[5] W. Späth, ETZ 1933, S. 10.

[6] R. Bernhard, wie Fußnote 1.

[7] Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, „Mechanische Schwingungen der Brücken". Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H., Berlin 1933.

Digitized by Google

Einige Beobachtungen beim Oszillographieren*.

(Mitteilung aus dem Laboratorium für allgemeine Elektrotechnik der Universität Zagreb.)

Von Univ.-Doz. Dr. **Josip Lončar**, Zagreb (Agram).

Übersicht. Durch Vergleich photographischer Aufnahmen einiger verhältnismäßig langsamer Vorgänge mittels oszillographischer Schleifen verschiedener Eigenfrequenzen mit den Aufnahmen derselben Vorgänge mittels Braunscher Röhre wurde gefunden, daß sich unter Umständen die Trägheitserscheinungen mechanischer Oszillographensysteme mehr, als allgemein erwartet werden dürfte, bemerkbar machen können. Auf den Vorgang, der solche Trägheitserscheinungen besonders gut sichtbar macht und z. B. Fehler einer Schleife von 2500 Hz Eigenfrequenz noch bei 50 Hz Grundfrequenz des Vorganges klar anzeigt, wird hingewiesen. Bei genauen Untersuchungen sehr verzerrter Wellen, besonders bei höheren Tonfrequenzen, ist also Vorsicht nötig und als Kontrolle auch Untersuchung mittels Braunscher Röhre erwünscht.

Bei vergleichenden Untersuchungen einiger Vorgänge mit gewöhnlichen Schleifenoszillographen einerseits und mit der Kathodenstrahlröhre anderseits habe ich bemerkt, daß die Trägheitserscheinungen der mechanischen Oszillographen, die ja bekanntlich der Verwendbarkeit auch für höchste Frequenzen ausgeführter mechanischer Oszillographensysteme die Grenze bei höheren Tonfrequenzen setzen, unter Umständen auch bei verhältnismäßig langsam veränderlichen Vorgängen sehr unangenehm bemerkbar werden können.

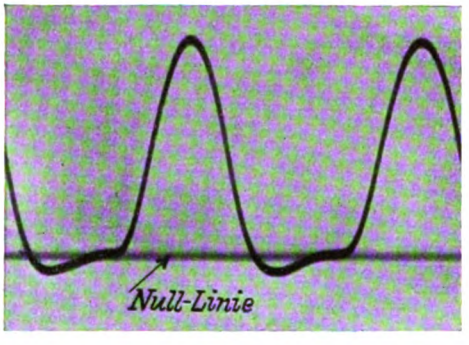


Abb. 1. Gleichrichtung von 220 V Wechselstrom, 50 Hz, mittels Dreielektrodenröhre; Eigenfrequenz der Oszillographenschleife rd. 400 Hz.

Dies kann schon bei Vorgängen mit Wechselstrom von der Frequenz 50 Hz der Fall sein. Man braucht dabei nicht einmal die Umstände durch ungewöhnliche Maßnahmen äußerst ungünstig machen, sondern es genügen schon verhältnismäßig gewöhnliche in der Praxis vorkommende Vorgänge, um Trägheitsverzerrungen der mit mechanischen Oszillographen gewonnenen Kurven hervorzurufen. Schon die verschiedenen Gleichrichtungseffekte bei gegewöhnlichem sinusförmigen Wechselstrom und ähnliche Vorgänge sind dazu verwendbar.

Nun ist es aber ziemlich schwer, ohne Vergleich mit einem Kathodenstrahl-Oszillogramm aus einer beliebigen, an allen Stellen krummen, photographisch fixierten Oszillographenkurve festzustellen, ob und wieviel sie von der Kurve abweicht, die den wirklichen Verlauf der untersuchten veränderlichen Größe darstellen würde, denn kleine Verschiebungen eines krummen Linienzuges sind gar nicht so auffallend. Übrigens würden die Kurven, die keine sehr plötzlichen Richtungswechsel während des Verlaufes zeigen, meist nur geringe und vielleicht überhaupt nicht feststellbare Verzerrungen geben.

Um die Trägheitsvorgänge bei Oszillographen zu studieren, wurde deshalb ein einfach herzustellender Vorgang gesucht, der besonders empfindlich auf Trägheitserscheinungen reagiert und bei dem schon die kleinste Abweichung von der richtigen Kurvenform augenfällig sein muß. Als solcher ergab sich der Vorgang der Gleichrichtung des Wechselstromes mittels einer Hochvakuum-Glühkathoden-Gleichrichterröhre, und zwar wurde die Halbweg-Gleichrichterschaltung (mit nur Wirkwiderständen als Belastung) verwendet. Wie bekannt, ist die Hochvakuum-Gleichrichterröhre praktisch absolut undurchlässig für Ströme in der Richtung Kathode—Anode, so daß bei Anlegen einer sinusförmigen (einwelligen) Wechselspannung die eine Hälfte der Sinuswellen praktisch gar keinen Strom hervorrufen kann. Der entsprechende Teil der Stromkurve muß deshalb eine Gerade in der Höhe der Nullinie sein. Der scharfe Knick an der Stelle, wo nach absteigendem Ast der durchgelassenen Hälfte der Stromwelle dieser horizontale Teil der Kurve beginnt (etwa Stellen *A* in Abb. 3), ist in der Tat ein scharfer Prüfstein für die mechanisch trägen Oszillographensysteme, und die kleinste Abweichung von der geraden Linie ist sehr leicht bemerkbar.

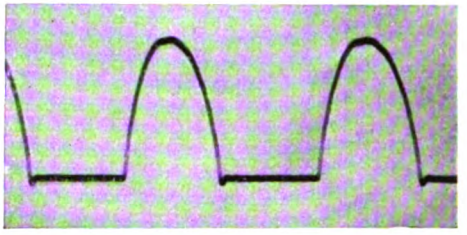


Abb. 2. Gleichrichtung wie Abb. 1, aber mit einer Schleife von rd. 2500 Hz Eigenfrequenz.

Auf diese Weise gelang es z. B., über die Trägheit der in Oszillogrammen Abb. 1 und 2 verwendeten oszillographischen Schleifen Anhalt zu bekommen. Die Trägheit der Schleife bei Aufnahme der Abb. 1 ist schon so groß, daß der Vorgang der Gleichrichtung des Wechselstromes von 50 Hz nicht einmal angenähert genau dargestellt worden ist. Es sieht so aus, als ob die Gleichrichterröhre einen ziemlich starken Rückstrom durchlassen würde. Und dabei hatte die verwendete Meßschleife schon eine Eigenfrequenz von beinahe 400 Hz, also etwa das Achtfache der Grundfrequenz des untersuchten Vorganges. Die verwendete Wechselspannung wurde direkt aus dem 220 V-Netz des E. W. Agram entnommen. Als Gleichrichterröhre diente eine Tungsram-Barium-Dreielektrodenröhre P 415, deren Gitter mit der Anode kurzgeschlossen wurde. Die Heizung der Röhre besorgten zwei Sammlerzellen.

Die Kurve in Abb. 2 wurde mit einer Oszillographenschleife von viel höherer Eigenfrequenz, etwas unter 2500 Hz, aufgenommen. In Abb. 2 ist dementsprechend der Vorgang der Gleichrichtung schon viel getreuer dargestellt, obwohl auch hier noch eine kleine Zacke am Anfange jeder gleichgerichteten Halbwelle deutlich sichtbar ist. Es ist also für die Darstellung des betrachteten Vorganges sogar die Schleife mit einer Eigenfrequenz gleich der 50fachen Grundfrequenz des untersuchten Vorganges noch immer zu träge, um ganz einwandfreie Darstellung des Vorganges zu ermöglichen. Die beiden für die Aufnahme der Kurven in Abb. 1 und Abb. 2 verwendeten Schleifen gehören zu einem der neuen „Kleinoszillographen". Sie stammen von einer weltbekannten Firma und arbeiten sonst einwandfrei als Demonstrationsmittel und bei Untersuchungen unter weniger ungünstigen Verhältnissen.

Daß die richtige Gleichrichterkurve im betrachteten Falle wirklich ohne Zacke am Anfang der Gleichrichtungs-Halbwelle verläuft, wurde durch eine Aufnahme desselben Vorganges mit einer Kathodenstrahlröhre sichergestellt. Abb. 3 zeigt die gewonnene Kurve, die an den Stellen *A* wirklich keine Spur von einer Zacke zeigt. Es ist bemerkenswert, daß auch die Feinheiten am Scheitel der Kurven (Spuren kleiner Oberwellen) schon ebenso gut in Abb. 2 wie in Abb. 3 sichtbar sind (an Originalnegativen noch deutlicher!), während Abb. 1 diese Feinheiten überhaupt nicht wiedergibt.

Die Aufnahme in Abb. 3 ist übrigens auch an sich selbst insofern bemerkenswert, als sie mit äußerst geringen Mitteln gewonnen wurde. Es wurde eine Braunsche Röhre mit Glühkathode, Type 4018 A der Standard Tele-

* Eingeg. 18. X. 1932.

Digitized by Google

phones & Cables Ltd. (neuere Ausführung mit Strahlkonzentrierung außer durch Heizungsregelung auch noch durch Änderung des Schirmpotentials) verwendet und mit höchster erlaubter Anodenspannung von 1000 V belastet. Die Kurve wurde durch Schwenken der photographischen Kamera gewonnen; Optik: Meyers Trioplan

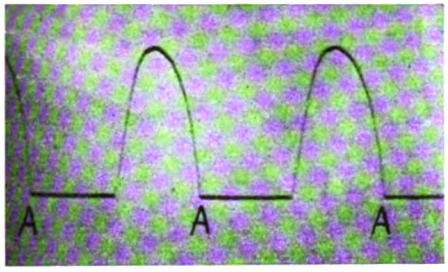


Abb. 3. Gleichrichtung wie Abb. 1, mit Kathodenstrahl-Oszillograph aufgenommen.

F: 4,5; Platten: Perutz Braunsiegel. Die Schärfe der gewonnenen Kurve ist bemerkenswert. Mit stärkerer Optik und empfindlicheren Platten sind auch Vorgänge bei höheren Frequenzen photographierbar. Besonders leistungsfähig dürften besonders die neueren deutschen zugeschmolzenen Braunschen Röhren mit 3000 V Anodenhöchstspannung sein, mit denen zu arbeiten ich aber bisher keine Gelegenheit hatte.

Zusammenfassend könnte man folgende praktische Schlüsse aus vorhergehender Untersuchung ziehen:

1. Als sehr bequemes und äußerst empfindliches Reagens auf die Trägheit der Oszillographenschleifen ist die Stelle am Anfang der Gleichrichtungs-Halbwelle bei Halbweg-Gleichrichtung mit Hochvakuum-Glühkathodenröhre zu verwenden.

2. Eine oszillographische Meßschleife mit einer Eigenfrequenz, die nicht ein sehr großes Vielfaches der untersuchten Grundfrequenz ist, kann nur in einfachen Fällen verwendet werden. Unter ungünstigen Umständen kann sie dagegen sehr falsche Kurven geben, mehr verzerrt als allgemein erwartet werden dürfte. Sogar bei Eigenfrequenzen der Meßschleife gleich der 50fachen Grundfrequenz der untersuchten Welle kann unter ungünstigen Umständen noch immer eine nicht ganz einwandfreie Darstellung des Vorganges zustandekommen. Unter weniger ungünstigen Umständen (bei oszillographisch einfacheren Kurven) kann man allerdings den Ergebnissen mit einer solchen Schleife Vertrauen schenken.

3. Für ganz einwandfreie Ergebnisse bei verzerrteren Wellen höherer Tonfrequenzen sollte man möglichst, mindestens als Kontrolle, die Braunsche Röhre verwenden, um so mehr als auch deren einfache zugeschmolzene Typen heute schon außer der Aufnahme der Lissajousschen Figuren und der stehenden Figuren mit linearer Zeitablenkung auch photographische Aufnahmen mit geschwenkter Kamera bei relativ geringem Aufwand von Mitteln erlauben.

Die Messe der britischen Industrie 1933.

Von Dr. G. Pfestorf, Berlin.

Seit dem Jahre 1920 findet jährlich vom 20. II. bis 4. III. in London und Birmingham die „British Industries Fair“ statt. In London wurden für diesen Zweck die Ausstellungshallen Olympia geschaffen, die die Kleinindustrie, wissenschaftliche und Laboratoriumsausrüstungen, Radio- und Musikapparate, Spielzeuge, Lebensmittel usw. aufnehmen, während in London White-City die Möbel- und Textilindustrie genügend Raum zur Ausstellung haben. Der gesamte Ausstellungsraum der beiden Plätze betrug in diesem Jahr 4200 m² und war damit gegenüber dem Vorjahre um etwa 10 % gestiegen. Die Schwerindustrie, die in Gruppe 9 die Elektrotechnik umschließt, ist in Castle Bromwich, 12 min Bahnfahrt von Birmingham entfernt, zu finden. Man hat hier eine alte Luftschiffhalle Handelszwecken dienstbar gemacht und den nutzbaren Ausstellungsraum im Laufe der Jahre mehrfach erweitern müssen. Die Halle hat zur Zeit einen Flächenraum von 2300 m² und wird außerdem von einem großen Freigelände umgeben. Die Messe, die vom Staat außerordentlich unterstützt wird, erfreut sich in England großer Beliebtheit. Über 2500 Firmen des Britischen Reiches stellen hier aus oder unterhalten eine Vertretung. Durch Einlegen vieler, sehr verbilligter Sonderzüge aus allen Teilen Englands wird der Besuch der Messe erleichtert, und das Overseas-Department wirbt durch persönliche Bearbeitung der Kunden im Auslande. Mehr als 67 000 Kataloge wurden nach 70 verschiedenen Ländern verschickt und mit mehr als 17 Staaten waren Vereinbarungen über Reiseerleichterungen getroffen worden. London und Castle-Bromwich waren zum ersten Male durch einen dieselelektrischen Eilzug, den Armstrong-Shell-Expreß, miteinander verbunden. Bei diesem Aufwand interessiert es, über die Dinge zu berichten, die auf dem Gebiete der Elektrotechnik und seiner Grenzgebiete auf der Messe zu sehen sind.

Um zunächst ein Ergebnis voranzustellen, muß gesagt werden, daß alle die, die auf der diesjährigen Messe grundsätzlich Neues zu finden glaubten oder hofften, enttäuscht worden sind. Die Entwicklung des letzten Jahres war, abgesehen vom Gebiet der Isolierstoffe, eine stetige; besonders in England tritt bei gewissen Neukonstruktionen ein Konservativismus zutage. Ferner muß erwähnt werden, daß trotz der steigenden Ausstellerzahlen manche Firmen des vergangenen Jahres nicht mehr zu finden sind, einesteils vielleicht, weil ihr Fabrikationsprogramm in Verbindung mit der doch immerhin allgemein gehaltenen Messe zu einseitig wissenschaftlich abgestellt ist, andernteils vielleicht auch, weil die Weltkrise auch sie ergriffen und zur Einschränkung aller vermeidbaren Ausgaben gezwungen hat. Ein weiterer Vorbehalt muß bezüglich der Einteilung der Messe gemacht werden. Das gesamte Fabrikationsprogramm eines Weltreiches in 9 Gruppen zusammenzufassen, ist praktisch unmöglich, und so mag die Messe auf jedem Gebiet zwar die Bekanntschaft mit den wichtigsten Firmen vermitteln, sie kann jedoch nicht die Einzelheiten bieten, wie sie z. B. auf internationalen Spezialmessen zu finden sind. Ein Vergleich mit der Leipziger Mustermesse

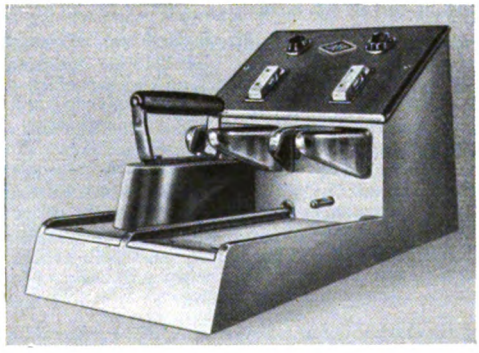


Abb. 1. Bügeleisen ohne Schnur mit Wärmespeicher in Ruhestellung.

sei hier eingefügt. In diesem Jahre waren in Leipzig mehr als 6200 Aussteller vertreten, von denen 4000 Firmen in Deutschland ihren Wohnsitz haben. Trotz dieser Vorbehalte verdient die englische Messe, die gerade dann schließt, wenn die Leipziger Messe ihre Pforten öffnet, große Anerkennung, und es soll im folgenden über die Dinge berichtet werden, die dem kontinentalen Besucher auffallen.

Der Ausstellungsraum für Isolierpreßstoffe und verwandte Artikel ist gegenüber dem Vorjahr fast verdoppelt. Mehr als 30 Firmen, die Kunstharze für elektrotechnische und andere Zwecke verpressen bzw. herstellen, haben ihren Stand in Olympia; zahlreiche andere sind außerdem in Castle-Bromwich zu finden. Es läßt sich nicht leugnen, daß die Preßtechnik in England einen ungeheuren Aufschwung genommen hat und die Verwendung von Preßstoffen im Haushalt wie in der Elektrotechnik

Digitized by Google

im starken Steigen begriffen ist. Die Farbenpracht der Bakelit- und der Harnstoffharze ist noch vermehrt. In der Benzylzellulose der Imperial Chemical Industries Ltd. ist ein neuer Konkurrent für die alten Kunstharze entstanden. Durch besondere Herstellungsverfahren ist der Preis dieses Materials so verbilligt, daß es auf Grund seiner guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften wirksam in Wettbewerb treten kann (British Xylonite Co. Ltd.). Leisten für Bilderrahmen und für Wohnungskunst jeder Art sowie Rohre werden wie bei uns in beliebigen Fabrikationslängen hergestellt. Für das Spritzverfahren werden kleine von Hand zu betätigende Injektoren gezeigt. Die Firma Thos. De la Rue & Co. stellt Postisolatoren der verschiedensten Formen aus wetterbeständigem Preßstoff Telenduron aus. Die Farbe der Isolatoren, die in England viel benutzt werden, ist tiefschwarz. Aus dem gleichen Material werden große Kästen für Akkumulatoren gepreßt. Außer den Mustern gepreßter Isolierteile sind auch für ihre Herstellung Pressen zu sehen, bei denen das Hauptgewicht auf vollselbsttätige Regelung des Druckes, der Temperatur und der Preßzeit gelegt ist. Durchsichtiges Zelluloseazetat wurde von der Firma Grant & West Ltd. mit dem bekannten Maschendraht vergossen und liefert in dieser Form für Gewächshäuser biegsames, nicht brechendes Glas, das für ultraviolette Strahlen durchlässig und wetterbeständig ist. Dussek Bitumen and Tarfoleum Ltd. liefert als Spezialität Vergußmassen und Kompounde, deren chemische und elektrische Eigenschaften durch sorgfältige Destillation weitgehend gebessert wurden. Die British Hard Rubber Co. Ltd. zeigt in Birmingham ihr Hartgummi Permcol mit besonderer, sich nicht verfärbender Oberfläche; die elektrischen und mechanischen Eigenschaften dieses Stoffes sollen gegenüber dem gewöhnlichen Hartgummi unverändert sein.

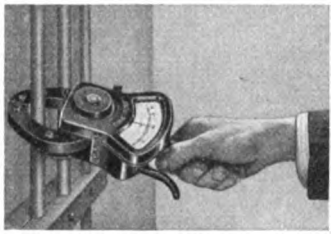


Abb. 2. Zangenstrommesser im Gebrauch.

Die neuen Typen von Installationsmaterial sind dem deutschen Geschmack sehr ähnlich geworden. Die Installation ist allgemein eine leichtere; an Stelle der Abzweigdosen mit Schraubverbindung ist z. B. das Verdrillen zweier Leitungen durchaus üblich. Reyrolle & Co. Ltd. zeigt in Hochspannungs-Freileitungen die Verwendung von Schmelzsicherungen, die mit Tetrachlorkohlenstoff gefüllt und am Freileitungsmast befestigt gleichzeitig als Schalter von unten zu betätigen sind.

Einen breiten Raum nehmen auf der Messe die elektrischen Haushaltgeräte ein. Elektrische Küchen, Herde und elektrische Wascheinrichtungen entsprechen durchaus unserem Geschmack. Der in England verbreitete Doppeltarif für Licht und Kraft fördert die Einführung der elektrischen Heizung in starkem Maße. Geo. Bray & Co. Ltd. zeigt die Verpressung von Chromalox-Heizelementen und ihre Widerstandsfähigkeit bei Dauereinschaltung ohne Kochelement. Die erreichte höchste Temperatur beträgt etwa 500 ° C. Das Bügeleisen der Modinstal Electric Co. ohne Schnur mit Wärmespeicher und selbsttätiger Temperaturkontrolle (Abb. 1) wird wohl wie bei uns aus Preisgründen nur wenig Absatz finden.

Für Reklamezwecke zeigt The Riverside Manufacturing Co. Ltd. Leuchtröhrenanlagen an Lieferwagen, die mit dem Strom einer 6 V-Batterie betrieben werden; andere Firmen zeigen Leuchtröhren, die ohne Zwischenschaltung eines Transformators an das Netz angeschlossen werden können. Die Synchronuhren führen sich mit der Ausbreitung der Starkstromnetze auch in England ein; es sind ferner schöne Modelle auf dem Markt, die mit Schwachstrom betrieben werden, z. B. von der Firma The Riverside Manufacturing Co. Ltd., und die bei gleicher Ganggenauigkeit den Vorteil aufweisen, daß sie kein Kabel zum Anschluß benötigen und daher als transportable Uhren besser geeignet sind.

Abweichend von Deutschland sieht man auf der Messe viele Motoren, die mit Zentrifugalkupplungen (Firma Platt, Brothers & Co. Ltd.) ausgerüstet sind. Die British Thomson Houston Co. Ltd. stellt ihren Induktionsmotor mit Leistungsfaktor 1 oder voreilend und ihren Wechselstrommotor mit Kommutator und Nebenschluß-Charakteristik aus. Die Induktionsmotoren werden vielfach als Repulsionsmotoren (Crompton Parkinson Ltd., British Thomson Houston Co. Ltd.) angelassen und die Bürsten selbsttätig abgehoben. Diese Motoren bis etwa 1 PS sind besonders für Haushaltzwecke jeder Art entwickelt. Die Higg's Motorenwerke liefern Motoren in allen Größen mit Zahnradvorgelege bis 50 PS.

Auf dem Gebiet der Hochspannungstechnik läßt der Freiluft-Deion-Ölschalter für 132 kV der English Electric Co. Ltd. die konservative Einstellung des Engländers gegenüber neuen Schaltertypen erkennen. Viele Ölschalter werden durch Einsetzen des Deiongitters modernisiert, so daß die üblichen ganz gekapselten Schaltanlagen auch bei gesteigerter Schaltleistung erhalten bleiben können. Ferner war ein Quecksilberdampf-Großgleichrichter nach Siemenslizenz ausgestellt. Ferranti Ltd. zeigt in vielen Ausführungen seinen Überspannungschutz für Hochspannungsleitungen. Bei den Elektrizitätszählern überwiegt in England offenbar noch der Münztarifzähler. Die neuen Mehrphasenmesser der Ferranti Ltd., Type FLY und FLX, haben 2 bzw. 3 ganz getrennte Elemente, die auf nur eine Scheibe arbeiten. Dieselbe Firma zeigt druckende Zähler, die sozusagen eine Registrierkasse des Elektrizitätswerks darstellen. Die British Sangamo Co. Ltd. hat einen verbesserten Einphasenmesser mit größerem Drehmoment und geringeren Verlusten entwickelt; auch durch Streufelder soll der Zähler weniger beeinflußt werden. Neuartig an diesem Zähler ist, daß er in ein Gehäuse aus Isolierpreßstoff eingesetzt ist.

Bei den Meßinstrumenten fallen die kleinen Typen der Ferranti Co. Ltd. (63 mm Dmr.) auf. In dieser Form (Einbautype oder tragbar) werden jetzt Drehspul-, Dreheisen-, Gleichrichter-, thermische und elektrostatische Meßgeräte geliefert. Die elektrostatischen Geräte gestatten die Messung von 20 ··· 300 V im kleinsten Meßbereich und von 300 ··· 3500 V im größten Meßbereich; sie sind für Gleich- und Wechselstrom und alle Frequenzen brauchbar. Crompton Parkinson Ltd. zeigte einen Strommesser für Gleich- und Wechselstrom nach Abb. 2. Das Meßinstrument ist nicht an Sekundärwindungen angeschlossen, sondern das Weicheisensystem wird nach Abb. 3 direkt in eine entsprechend ausgebildete Polöffnung des Eisenkernes eingesetzt. Verschiedene Meßbereiche sind in einfacher Weise durch Auswechseln des Dreheisensystems (im Isoliergehäuse) zu erreichen. Auch sehr kleine Ströme können in dieser Weise gemessen werden, wenn mehrere Windungen, die den zu messenden Strom führen, von der Zange umschlossen werden. Einen kleinen Isolationsmesser in Isoliergehäuse baut die Firma Evershed & Vignoles Ltd. Das Gerät wird in drei Typen hergestellt: 0 ··· 5, 0 ··· 10, 0 ··· 20 MΩ und unendlich, entsprechend den Prüfspannungen 100, 250 und 500 V bei 160 U/min. Die größere Ausführung dieses Gerätes erlaubt die Messung der Isolation bei konstanter Spannung, wie auch bei uns üblich; außerdem kann es durch einfache Umschaltung zur Messung von Widerständen von Bruchteilen eines Ohm bis zu 100 Ω verwandt werden. Ähnliche Ausführungen sind bei der Firma Record Electrical Co. Ltd. zu sehen. Diese Firma zeigt viele Geräte mit etwa 320 °-Skalen, die eine Ablesung aus beträchtlicher Ferne gestatten. Die Meßbereiche der Weicheisen-Strom- und -Spannungsmesser sind hier durch Austauschen des Systems zu verändern. Die Cambridge Instrument Co. Ltd. stellt u. a. auf ihrem Stand ein Taupunkt-Registriergerät für Economiser aus. Falls Kamingase zu stark abgekühlt werden, schlägt sich Wasserdampf, der infolge des Gehalts an schwefliger Säure stark korrodierende Wirkung besitzt, im Lufterhitzer nieder. Zur Anzeige dieses unerwünschten Taupunktes besteht der Apparat im Prinzip aus einem Glasröhrchen mit 2 Elektroden, die über ein empfindliches Galvanometer in Reihe mit einer Spannungsquelle miteinander verbunden sind. Sinkt die Temperatur des Gases unter den Taupunkt, so kondensiert ohne Rücksicht auf den Gehalt an schwefliger Säure Wasser auf dem Glasrohr, das Galvanometer schlägt aus, betätigt eine Signaleinrichtung und der Apparat verzeichnet die Temperatur des Taupunktes. Das Gerät ar-

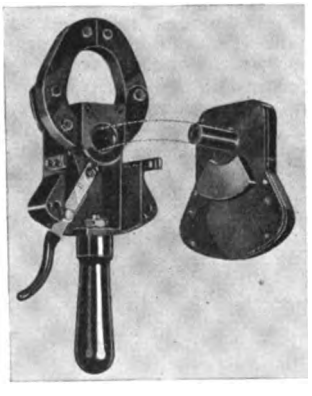


Abb. 3. Zangenstrommesser mit auswechselbarem Meßsystem.

Digitized by Google

beitet mit Netzanschluß über eine Thyratronröhre und Trockengleichrichter-Instrument. — Die Registrierung des Aschegehalts von Rauch wird durch die gleiche Firma mit Hilfe der lichtelektrischen Zelle in einfacher Weise gelöst. Während beim Durchströmen von Gas ohne Kohle- und Staubteilchen die Photozelle praktisch unbelichtet ist, bewirken die kleinen Staubteilchen eine Zerstreuung des Lichtes und eine mehr oder weniger starke Belichtung der Photozelle, deren Strom registriert wird.

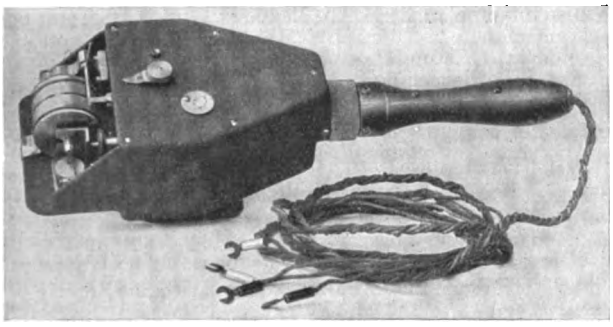


Abb. 4. Tragbarer Vibrograph.

Die registrierenden Geschwindigkeits- und Erschütterungsmesser der Cambridge Instrument Co. sind bekannt. Der Vibrograph wird in neuer Konstruktion mit elektromagnetischer Dämpfung in handlicher tragbarer Form hergestellt. Die Registrierung erfolgt wie bisher auf Zelluloidstreifen mit Nadel. Eine Abbildung des Geräts zeigt Abb. 4. Das Gerät wird auf die zu untersuchende Fläche gestellt, deren Erschütterungen durch Hebelübertragung auf dem Zelluloidfilm registriert werden. Außerdem werden Zeitmarken auf dem Film mit aufgenommen. Durch das Uhrwerk kann der Film mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt werden. — Evershed & Vignoles Ltd. bevorzugen bei allen ihren Instrumenten die bereits erwähnte 320 °-Skala. Das C. u. S.-System der Fernanzeige von Wasserstand oder irgendeiner mechanischen Bewegung arbeitet ohne elektrische Kontakte des Übertragers. Dieser besteht aus einem Kupferrohr, das sich über einer Spule bewegen kann. Der Wechselstromwiderstand dieser Spule und mithin der Strom, der bei konstanter Wechselspannung durch sie hindurchfließt, ist von der Stellung des Kupferrohres abhängig. Der Strom wird durch ein Drehspulgerät mit Trockengleichrichter gemessen. Auf demselben Stand ist die Anlage einer Fernmessung nach dem Widerstandsprinzip zu sehen und ihre Anwendung auf die Überwachung und Betätigung mehrerer Vorgänge durch 4 Leitungen.

In der Radiomesse sah man neuzeitliche Geräte, jedoch mehr mit Batterieanschluß als bei uns für die Ausfuhr in solche Länder, wo Lichtanlagen noch nicht vorhanden sind. Die Electro-Dynamic Construction Co. Ltd. zeigte in diesem Zusammenhang batteriegespeiste lautlose Umformer für die Lieferung der Anoden- und Gittervorspannung. Die kleinen Maschinen sind tragbar und werden in alle handelsüblichen Empfänger mit eingebaut, so daß lediglich die Heizbatterie zu laden ist. Außerdem stellt die Firma zur Lieferung der Anodengleichspannung Umformer her, die mit beliebiger Wechselspannung gespeist werden können. Für Grammophone wird ein besonders flacher Teller als Motor gebaut (Simpsons Electrical Ltd.). Der Plattenteller läuft in diesem Aufbau nach Anstoßen als phonisches Rad synchron mit der Netzfrequenz.

Von der Radio-Zubehörindustrie ist lediglich die Telegraph Condenser Co. Ltd. mit der Ausstellung zahlreicher Elektrolytkondensatoren trockener und feuchter Typen in Isolier- und Metallgehäuse für alle Zwecke zu erwähnen. Auch große Papierkondensatoren für Phasenschieberzwecke sind ausgestellt.

Der Leistungspreistarif für Kleinabnehmerlieferungen.

Übersicht. Der „Leistungspreistarif" (Abrechnung des Strombezuges nach einem Leistungspreis für die aufgetretene oder angemeldete Höchstleistung und einem Arbeitspreis für jede bezogene Kilowattstunde) stellt auch bei der Verrechnung von Kleinabnehmerlieferungen eine durchaus gerechte und zweckmäßige Tarifform dar. Die Einwände, die man gegen diesen Tarif vielfach erhebt, werden kurz besprochen und insbesondere auf Grund der Erfahrungen, die die Kraftwerke Freital AG. mit diesem Tarif gemacht hat, erwidert.

In neuzeitlichen Stromlieferungstarifen für Kleinabnehmerbezug herrscht überall das Bestreben vor, die Abrechnung so zu gestalten, daß die Einnahmen aus dem vorhandenen Strombezug erhalten bleiben und daß der Mehrverbrauch verbilligt wird. Aus der Reihe dieser Kleinabnehmertarife soll derjenige herausgegriffen werden, bei dem die Leistungsinanspruchnahme und die bezogenen Kilowattstunden der Berechnung zugrunde gelegt werden; wir wollen ihn im folgenden kurz „Leistungspreistarif" nennen. Dieser Tarif findet seine Gegner, die ihn sowohl vom Standpunkt der Theorie als auch insbesondere von den Gesichtspunkten der Praxis aus verurteilen. Es wird daher die Frage erörtert, inwieweit dieser Tarif gegen seine Kritiker zu rechtfertigen ist.

Es sollen hier Erfahrungen wiedergegeben werden, die seit Einführung des Leistungspreistarifes für Kleinabnehmerlieferungen bei der Kraftwerke Freital AG. gemacht worden sind und die sich über einen Zeitraum von mehr als 4 Jahren erstrecken.

Der Leistungspreistarif wird hier in der Weise angewendet, daß der Abnehmer eine bestimmte Leistung beantragt. Diese beantragte Leistung wird durch einen Strombegrenzer abgesichert (es ändert grundsätzlich nichts an dem Wesen des Leistungspreistarifes, ob man die Höchstleistung mißt oder durch einen Automaten begrenzt). Bei der Festsetzung der anzumeldenden Leistung wird der Abnehmer von der Stromberechnungsabteilung beraten. Als Mindestleistung werden 400 W berechnet. Auch bei ungünstiger Abnahme ist der Abnehmer durch den Grenzstrompreis (verschieden hoch für Licht und Kraft) gesichert. Wer den Leistungspreistarif nicht beantragt, wird ebenfalls nach den Grenzstrompreisen abgerechnet.

Die Höhe der Leistungs- und Arbeitspreise kann außer acht bleiben, weil sie für die grundsätzlichen Betrachtungen unwesentlich ist.

Einige Worte zu den hauptsächlichsten Einwänden, die gegen den hier angeführten Tarif vorgebracht werden:

Ist es wahr, daß der Leistungspreistarif keine Rücksicht auf die Kaufkraft des Kleinabnehmers nimmt? Diese Frage läßt sich dahin beantworten, daß bei der Haushaltabnahme die Leistungsinanspruchnahme (gleichgültig ob durch Höchstleistungsanzeiger gemessen oder durch Strombegrenzer abgesichert oder durch Zählermeßbereich und dergleichen festgelegt) — vorsichtig ausgedrückt — mindestens mit der gleichen Gerechtigkeit als Maß für die Kaufkraft des Abnehmers angesehen werden kann wie beispielsweise Wohnungsgröße, Zählermeßbereich oder Anschlußwert. Die Erfahrung zeigt auch, daß größere Haushaltungen eine höhere Verrechnungsleistung beantragen; denn sie verwenden mehr elektrische Geräte, haben reichlichere Beleuchtungsanlagen und wollen ferner in der Anwendung der Elektrizität nicht unnötig beengt sein. Mittlere und kleinere Haushaltungen nähern sich bei ihren Anträgen der bei der Gewährung des Leistungspreistarifes festgesetzten Mindestleistung, während die große Anzahl der Kleinstabnehmer nach wie vor zum Grenzstrompreis abgerechnet wird, weil für sie keine Vorteile aus der Anwendung des Leistungspreistarifes erwachsen.

Wie ist nun die grundlegende Frage zu beantworten: Steht die Berechnung der angemeldeten Leistung der Anschaffung neuer Elektrogeräte hinderlich entgegen? Hier können wir aus unseren Erfahrungen mitteilen, daß dies im allgemeinen nicht der Fall ist. Handelt es sich bei der Neuanschaffung um ein Gerät mit niedriger Benutzungsdauer (z. B. Heißluftdusche), dann ist es meist möglich, dieses Gerät außerhalb der Betriebszeit der übrigen Geräte in Benutzung zu nehmen, so daß also hier eine Leistungspreiserhöhung nicht gerechnet zu wer-

Digitized by Google

den braucht. Soll aber ein Gerät mit hoher Benutzungsdauer zu einem Haushalt hinzukommen (beispielsweise ein Kühlschrank mit durchgängiger elektrischer Heizung), dann kommt der Abnehmer selbst bei Erhöhung der Verrechnungsleistung infolge der hohen Benutzungsstundenzahl auf derart niedrige Durchschnittstrompreise, daß der Leistungspreistarif eher fördernd auf den Kaufentschluß wirkt. Für elektrische Geräte mit hohem Anschlußwert (Elektroherde und Heizgeräte aller Art) müssen ohnehin niedrige Strompreise gewährt werden, um deren Betrieb wirtschaftlich zu gestalten. Für diese Geräte kann, wenn man es nicht vorzieht, ihren Verbrauch durch einen Sonderzähler zu ermitteln, die Zuleitung vor dem Strombegrenzer für die Haushaltabnahme abgezweigt werden, so daß also für solche Geräte nur die Arbeitsgebühr zu entrichten ist. In anderen Fällen, z. B. bei Friseuren, die durch Heißluftduschen, Dauerwellenapparate und dergleichen eine unverhältnismäßig hohe Leistung haben, die sie aber nicht zum vollen Preis bezahlen können, kann durch eine Pauschalierung der Leistungspreissumme auf Grund der vorhandenen Geräte (ohne Messung oder Strombegrenzung) der notwendige Ausgleich geschaffen werden. Auch hieraus ist wieder zu erkennen, daß der Grundsatz der Wertschätzung der elektrischen Arbeit auch beim Leistungspreistarif selbst in schwierigen Fällen, allerdings unter Gewährung von Sonderabrechnungen, aufrecht erhalten werden kann. Diese Sonderfälle komplizieren aber die Abrechnung nicht nennenswert, weil die Sonderabrechnungen auf wenige Gruppen beschränkt sind und nach einmal festgelegten Richtlinien einheitlich durchgeführt werden.

Gegen die Absicherung der Höchstleistung wird häufig geltend gemacht, daß der Abnehmer dann für bestimmte Tage größeren Leistungsbedarfs (Festlichkeiten usw.) unnötig gebunden sei. Dies ist gewiß ein Schönheitsfehler. Er ist aber nicht so groß, daß man deswegen den Leistungspreistarif gleich verdammen müßte. Der Abnehmer muß eben dahingehend beraten werden, daß er eine angemessene Leistung anmeldet, d. h. eine Leistung, die seinem bisherigen Bezuge entspricht und bei deren Berechnung er auf die bisher bezahlte Rechnungsumme kommt. Meldet er eine unverhältnismäßig niedrige Leistung an, um damit seine Stromausgaben herabzusetzen, dann muß er auch die damit verbundenen Unbequemlichkeiten in Kauf nehmen. Denn es ist nicht Zweck der Einführung des Leistungspreistarifes, für den vorhandenen Strombezug Rechnungsermäßigungen zu bringen, sondern für hinzukommende Abnahme die Möglichkeit billiger Strompreise zu gewähren. Wer die Verrechnungsleistung seinem bisherigen Bezug entsprechend anmeldet, dem steht eine auskömmliche Leistung zur Verfügung. Dann ist nur zu beachten, daß Geräte mit größerem Anschlußwert nicht gleichzeitig und nicht während der Lichtabnahme in Betrieb genommen werden; und das läßt sich bei einiger Einteilung ohne allzu störende Behinderung einrichten.

Häufig wird gegen die Anwendung des Leistungspreistarifes bei Kleinabnehmern eingewandt, daß es unbegründet ist, so stark auf die Höchstleistung zu sehen; denn erstens ist die in den Zeiten von Leistungsknappheit entstandene „Spitzenangst" heute im allgemeinen nicht mehr vorhanden und dann kommt es tariftheoretisch nicht nur auf die aufgetretene Höchstleistung, sondern darauf an, mit welcher Leistung sich der Abnehmer an der Eltwerkshöchstleistung beteiligt. Diese Einwände sind ohne weiteres anzuerkennen. Hierauf ist jedoch zu erwidern, daß mit der für die Praxis hinreichenden Genauigkeit der Belastungsverlauf der Abnehmer innerhalb der einzelnen Kleinabnehmergruppen (1. Licht- und Haushaltabnahme, 2. Gewerbe und Kleinindustrie, 3. Landwirtschaft) als annähernd gleichlaufend angesehen werden kann. Man kann also die Belastung jeder Kleinabnehmergruppe als Integral einander ähnlicher Belastungsdiagramme der einzelnen Kleinabnehmer auffassen. Daß man dann die Abnehmer nach der in Anspruch genommenen Leistung einschätzt und danach zur Kostentragung heranzieht, ist, wie oben bemerkt, sowohl vom Standpunkt der theoretischen Selbstkostenberechnung als auch der praktischen Wertschätzung durch den Abnehmer zu rechtfertigen.

Der Forderung der Wertschätzung kann man dadurch gerecht werden, daß man verschiedene Leistungspreise für Licht- und Kraftbezug einsetzt. Die Arbeitspreise wird man zweckmäßig auf gleicher Höhe halten. Es erscheint ferner angebracht, der Landwirtschaft eine Sonderstellung bei der Kalkulation des Leistungspreises einzuräumen, weil hier sowohl in bezug auf die Werksselbstkosten wie auf die Wertschätzung seitens des Abnehmers besondere Verhältnisse vorliegen[1]. Die Eigenart des landwirtschaftlichen Kraftstrombezuges bringt es mit sich, daß man hier mit dem für den gewerblichen und kleinindustriellen Kraftbezug kalkulierten Leistungspreis nicht durchkommt. Hier kann man einen Anreiz zu erhöhter Inanspruchnahme zusätzlichen Bezuges (für Wasserpumpen, Melkmaschinen und einzelne Motorenantriebe) nur durch gesonderte Leistungspreisberechnung, mindestens durch zeitanteilige Berechnung der Dreschbelastung, bieten.

Somit erfüllt ein Leistungspreistarif mit einem gesonderten Leistungspreis

a) für Licht- und Haushaltabnahme,
b) „ Kraftabnahme in Gewerbe und Kleinindustrie und
c) „ landwirtschaftliche Kraftabnahme (oder mindestens zeitanteiliger Berechnung des Dreschstrombezuges)

und gleichem Arbeitspreis für alle Kleinabnehmergruppen

alle Forderungen, die an ihn vom Standpunkt der Wertschätzung der elektrischen Arbeit billigerweise zu stellen sind. Daß die Verkaufspreise im Vergleich zu den Selbstkosten des Elektrizitätswerkes auskömmlich sind, dies von Zeit zu Zeit nachzuprüfen, ist natürlich Aufgabe des verantwortlichen Tarifbearbeiters.

Für die Durchführung eines Kleinabnehmertarifes bedeutet es einen besonderen Vorteil, wenn er für den Abnehmer leicht verständlich ist. Nun stellt an sich ein Tarif, bei dem eine monatliche feste Summe, gestaffelt nach der angemeldeten Leistung, und außerdem ein Arbeitspreis für jede bezogene Kilowattstunde zu bezahlen sind, einen für den Tariffachmann denkbar einfachen Tarifaufbau dar. Man darf aber nicht verkennen, daß sich der Abnehmer in anderen Gedankengängen bewegt. Der Abnehmer verlangt in den meisten Fällen einen Durchschnittstrompreis ohne alle festen Gebühren. Wenn auch die Tarife für die Abnehmer geschaffen werden und nach Möglichkeit in eine für den Kunden schmackhafte Form gebracht werden möchten, so darf man anderseits in seiner Achtung vor der Majestät des Kunden nicht so weit gehen und Tarife schmieden, die nur auf dem Verständnis des Abnehmers aufgebaut sind und alle übrigen erforderlichen Eigenschaften eines Stromlieferungstarifes außer acht lassen. In dieser Erkenntnis entschloß sich die Kraftwerke Freital AG. zur Einführung des Leistungspreistarifes bei Kleinabnehmern ab 1. I. 1929. Die Folge war eine stürmische Entrüstung seitens der betreffenden Kleinabnehmerorganisationen. Hier setzte nun in jeder nur denkbaren Form unsere Aufklärungsarbeit ein, die wir, nebenbei bemerkt, auch heute noch im großen und im kleinen fortsetzen müssen. Aber wir können hierbei von recht erfreulichen Fortschritten berichten. Einige der maßgebenden Führer unserer Abnehmerkreise, die früher erbittert gegen unseren Leistungspreistarif gekämpft haben, haben die berühmte Saulus—Paulus-Wandlung durchgemacht: sie treten jetzt für die Einführung unseres Leistungspreistarifes bei ihren Klienten ein. Sie geben jetzt selbst zu, daß sie seinerzeit (trotz unserer Aufklärungen) den Leistungspreistarif nicht richtig verstanden hatten. Man darf also die Schwierigkeit nicht unterschätzen, die damit verbunden ist, eine dem Fachmann einfach erscheinende Tarifart populär zu machen.

Gegen die Anwendung des Leistungspreistarifes bei Kleinabnehmern kann man natürlich Argumente anführen, die viele Seiten füllen, aber das kann man bei allen anderen Tarifarten auch. Eines jedenfalls lehren sowohl die theoretische Überlegung als auch die Erfahrungen, daß man den Leistungspreistarif (nach der obigen Definition) auch bei Kleinabnehmern zu den besten Tarifarten zählen darf[2].

Dipl.-Ing. H. Schäfer, Freital i. Sa.

[1] Ähnliche Gedankengänge finden sich im Aufsatz: M. Kühnert, Darstellung der Kosten für die elektrische Arbeit in einem Überlandwerk bei Dampfkrafterzeugung. ETZ 1932, S. 434.

[2] S. a. G. Riedel, Tarifbewegung für den Verkauf elektrischer Arbeit, ETZ 1925, S. 9.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Ein neuer lastabhängiger Grundgebührentarif für Kleinabnehmer. — Die bisher bekannt gewordenen Mehrfach- und Grundgebührentarife für Kleinabnehmer haben weder die Spitzen der Energieverlangen wirksam abflachen noch die Gestehungskosten des Spitzenstromes richtig berücksichtigen können. Es wird deshalb ein lastabhängiger Grundgebührentarif vorgeschlagen, der die festen Kosten für den Einzelabnehmer nach dem Produkt Einzelabnehmerbelastung × Gesamtanlagenbelastung bemißt. Er verteilt die von der Gesamtheit der Abnehmer aufzubringenden festen Kosten auf die Einzelabnehmer nach deren Anteil an der Höchstbelastung[1], zieht zu ihrer Aufbringung aber auch die ausschließlich außerhalb der Höchstbelastung strombeziehenden Abnehmer[2] heran. Damit wird der für die Kleinabnehmer so maßgebende Einfluß des Gleichzeitigkeitsfaktors[3] und das gerade für den Vertrieb elektrischer Arbeit — sie muß im Gegensatz zu fast allen anderen Wirtschaftsgütern im Augenblick des Verbrauches erzeugt werden — so wichtige Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage exakt berücksichtigt: Die vom Abnehmer verlangte Leistung wird, den Gestehungskosten entsprechend, im Tarif um so höher bewertet, je mehr Leistung in diesem Augenblick von den Abnehmern verlangt wird, und um so niedriger, je geringer die zeitgleiche Stromnachfrage ist. Durch die dadurch zwangläufig billige Preisbemessung des Füllstromes (Strom in den Belastungstälern) werden die Abnehmer wirksam zum Mehrverbrauch im Sinne einer gesteigerten Anlagenausnutzung (Ziel: rechteckige Form der Belastungsfläche) angereizt. Dabei trägt der Tarif in verblüffender Weise auch der „Wertschätzungstheorie"[4] Rechnung; denn die Koch- und Haushaltstromentnahme erfolgt fast ausnahmslos in den Tageszeiten außerhalb der Lichtspitze[5]. Schließlich wird eine Meßanordnung vorgeschlagen, welche beim Abnehmer normale Kilowattstundenzähler und Höchstverbrauchsmesser (z. B. AEG/Berlin, Form K M 1), d. h. also ausschließlich bereits bekannte und bewährte Apparate verwendet und damit ermöglicht, die beim Abnehmer zu installierenden Meßgeräte jederzeit, etwa beim Verlassen des Tarifes, wieder für andere Meßaufgaben zu verwenden. Eine Kleinspannungs-Signalanlage (Schauzeichen oder Summer) zeigt dem Abnehmer das beginnende Fortschleppen des Schleppzeigers am Höchstverbrauchsmesser durch den Mitnehmer an; der Abnehmer kann somit der ihm an sich nicht bekannten Meßgröße der Gesamtanlagenbelastung ohne weiteres ausweichen und die festen Kosten, die ihm das Lieferwerk berechnet, beliebig niedrig halten. Der zur Übertragung der Meßgröße der Gesamtanlagenbelastung von der Transformatorenstation zum Einzelabnehmer erforderliche Steuerdraht bedeutet keine untragbare Kostenbelastung der Meßanordnung; er ist bei moderner Tarifierung wie Mehrfachtarif mit zentraler Steuerung der Zähler[6] usw. bereits vorhanden. Selbstverständlich kann die Steuerung der Abnehmerzähler statt mittels Steuerdrahts auch durch Hochfrequenz-Übertragung über das Niederspannungsnetz selbst erfolgen; es wird in diesem Zusammenhange auf das Verfahren von B e t h e n o d[7] und das Tel-Energ-System der SSW/Nürnberg[8] verwiesen. Der Tarif läßt sich leicht und ohne Ablehnung seitens der Abnehmer einführen, indem er zunächst als Wahltarif neben dem früheren Tarif angewandt, d. h. nach dem neuen Tarif nur dann abgerechnet wird, wenn er niedrigere Strompreise als der alte Tarif ergibt. (Hermann S c h u l z e, Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 851.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Hochspannungs-Prüfeinrichtung zur Prüfung der Isolationsfestigkeit. Die Siemens & Halske A. G. hat eine einfache, besonders für Installationsgeschäfte, Reparaturwerkstätten und ähnliche Betriebe geeignete Hochspannungs-Prüfeinrichtung für die vom VDE vorgeschriebene S t ü c k p r ü f u n g an elektrischen Geräten jeglicher Art entwickelt. Die Einrichtung besteht aus einer Wandschalttafel mit den erforderlichen Meßgeräten usw. und einem kleinen außer Handbereich getrennt angeordneten Einphasen-Transformator mit Trockenisolation, der die vorhandene Wechselspannung in die für die Stückprüfung erforderliche Hochspannung transformiert. Zum Einregeln der jeweils erforderlichen Prüfspannung dient ein auf der Schalttafel angeordneter Schiebewiderstand, der eine praktisch stufenlose Regelung von Null bis zum Höchstwert der Prüfspannung ermöglicht. Der Spannungmesser ist entsprechend dem Übersetzungsverhältnis des Transformators beschriftet. Beim Durchschlag des Prüfstückes schaltet ein Selbstschalter ab. — Diese Hochspannungs-Prüfeinrichtung wird für 1, 2 und 3 kV ausgeführt, je nach der Nennspannung der zu prüfenden Geräte.

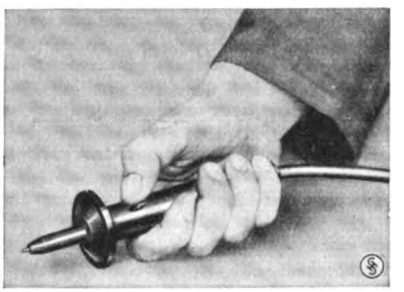


Abb. 1. Prüfspitze mit verschiebbarer Isolierhülse.

Zum Anlegen der Hochspannung an das zu prüfende Gerät werden P r ü f s p i t z e n mitgeliefert (vgl. Abb. 1), die so eingerichtet sind, daß ihre Kontakte im unbenutzten Zustand in den Handgriffen aus Isolierstoff verdeckt und vor zufälliger Berührung geschützt sind. Die metallenen Prüfspitzenkontakte werden für die Prüfung erst frei, wenn die Isolier-Schutzhülle an einem hierfür am Handgriff vorgesehenen Kopf zurückgezogen wird. Da diese Schutzhülse zwangsläufig nach Gebrauch zurückgleitet, ist ein ausreichender Schutz gegen Berührung mit der Hochspannung gewährleistet. Die Prüfspitzen werden mittels gut isolierter beweglicher Kabel an die Klemmen des Transformators angeschlossen. (Siemens-Z. Bd. 12, S. 257.) *F. A. Fr.*

Leitungen.

Berichte über Isolatoren auf der Internationalen Hochspannungskonferenz[1], Paris 1931. — Unter den hierüber gehaltenen Vorträgen war besonders derjenige von M. v a n C a u w e n b e r g h e, dem Vorsitzenden des am 15. VI. 1929 von der Internationalen Hochspannungskonferenz eingesetzten Isolatoren-Studienkomitees, insofern wichtig, als er unter Beifügung von 10, teilweise von Sonderberichterstattern eingehend durchgearbeiteten Unterberichten die wichtigsten für Prüfbestimmungen für Isolatoren in Betracht kommenden Gesichtspunkte zusammenfaßt. Dabei wurden folgende Gebiete behandelt:

1. D i e M e s s u n g v o n h o h e n S p a n n u n g e n. Empfohlen werden entweder Kugelfunkenstrecken oder das Verfahren, den gleichgerichteten Ladestrom zwischen 2 Kugeln zu messen, aus deren geerdeter Elektrode eine Kugelkalotte ausgeschnitten wird.

2. D i e S t r e u u n g b e i d e r B e s t i m m u n g d e r T r o c k e n - u n d R e g e n ü b e r s c h l a g s p a n n u n g. Ursache meist störende Vorentladungen. Streuung selbst kann ± 5 % bei Versuchen an ein und demselben Isolator und ± 10 % an Isolatoren derselben Type betragen.

3. B e s t i m m u n g d e r T r o c k e n ü b e r s c h l a g s p a n n u n g, wobei insbesondere der Einfluß der r e l a t i v e n Luftfeuchtigkeit untersucht wurde. (In Wirklichkeit ist nicht diese, sondern die a b s o l u t e Luftfeuchtigkeit ausschlaggebend. Der Berichter.)

4. D i e H o c h f r e q u e n z p r ü f u n g a l s S t ü c k p r ü f u n g. Je höher die Frequenz, eine desto kürzere

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 593.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1450.
[3] Vgl. Elektrotechn. u. Maschinenb. 1930, S. 16.
[4] Vgl. Dr.-Ing. S i e g e l, Verkauf elektrischer Arbeit, Verlag Julius Springer, Berlin.
[5] Vgl. Elektr.-Wirtsch. 1931, S. 333; Öffentl. Elektr.-Werk 1930, H. 12, 1931, H. 1 ··· 7.
[6] Vgl. Die Tarife in Lausanne, Nyon, Neuenburg, Elektr.-Verwertg. 1931, S. 10.
[7] Vgl. Techn. mod., Paris 1925, S. 673.
[8] Vgl. SSW-Druckschrift SGO Nr. 4429/2.

[1] Letzter Bericht über die Tagungen 1927 und 1929: ETZ 1928, S. 997, 1930, S. 1784. Nachdem sich nunmehr auch Deutschland (vgl. ETZ 1933, S. 94, 114 u. 294) an der im Juni d. J. in Paris stattfindenden Hochspannungskonferenz beteiligen wird, dürfte der nachstehende Bericht über die Ergebnisse der letzten Konferenz, der aus verschiedenen Gründen bisher zurückgestellt werden mußte, unserem Leserkreis doch noch erwünscht sein.

Digitized by Google

Prüfdauer erscheint zulässig. Frequenzen in der Größenordnung von 200 000 Per/s sind einer solchen von 20 000 Per/s vorzuziehen.

5. Bestimmung der Regenüberschlagspannung. Nach zahlreichen Messungen der Leitfähigkeit natürlichen Regens scheint eine solche von 10 000 Ωcm gerechtfertigt. (Es ist dies die in Deutschland vom VDE seit langem vorgeschriebene und auch von der IEC vorgesehene Leitfähigkeit. Der Berichter.) Gewarnt wird vor Anwendung von Korrektionskurven bei zu stark abweichender Leitfähigkeit.

6. Verschmutzte Isolatoren. Es scheint sicher, daß Schmutzniederschläge besonders an den Stellen des Isolators erfolgen, wo Glimmentladungen auftreten. An besonders gefährdeten Stellen der Leitung muß deren Isolation erhöht werden, zu welchem Zwecke möglichst eingehende Protokolle über schwierige Betriebsfälle und bewährte Abhilfmaßnahmen wünschenswert sind.

7. Durchschlagversuche unter Öl. Neuere Versuche haben den großen Einfluß des verwendeten Öles erwiesen: vorgeschlagen wird ein Sonderöl (wie in Deutschland schon wiederholt empfohlen[1]. Der Berichter.), welches Vorentladungen am Isolator unter Öl möglichst ausschließt.

8. Elektrische Stoßprüfung. Vor der Aufstellung von entsprechenden Prüfbestimmungen muß erst die im Betriebe wirklich auftretende Form von Wanderwellen und ihre Nachbildung im Laboratorium genauer untersucht werden. Unterschieden muß weiter werden zwischen Stückprüfungen mit Stoßspannungen, um fehlerhafte Isolatoren von vornherein auszuscheiden, und Schutzmaßnahmen, wie Schutzarmaturen usw., im Betriebe.

9. Mechanische und elektromechanische Versuche. Empfohlen wird als Stückprüfung während 5 ··· 10 s eine mechanische Vorbelastung mit 40 % der nachstehend beschriebenen elektromechanischen Prüfbelastung; für Motor-Isolatoren 70 % der Bruchlast während 30 s.

Als elektromechanische Prüfung eine Spannung von 75 % der Trockenüberschlagspannung und gleichzeitig eine mechanische Belastung, gesteigert um je 500 kg in 30 s bis zum elektrischen Durchschlag oder bis zur mechanischen Zerstörung des Isolators.

10. Statistische Auswertung. Der mittlere jährliche Isolatorenausfall im Betriebe ist hiernach auf etwa 0,03 % gesunken.

A. O. Austin behandelte in seinem Vortrage neben allgemeinen die Isolationssicherheit betreffenden Leitungsfragen, wie Höhe und Abstand der Leiter, Holzausleger, Erdseile, Rundfunkstörungen usw., besonders die in Amerika übliche elastische Kittverbindung von Porzellan und Armierungsteilen. A. Montandon und G. Gravier sprachen über günstige Betriebserfahrungen mit Öl-Isolatoren in Marokko[2]. K. Drewnowski erörterte die versuchsmäßige Bestimmung der Spannungsverteilung längs der Oberfläche von Hochspannungsisolatoren. K. Drewnowski und S. Dunikowski berichteten über ein selbsttätiges Kompensationsverfahren für die Bestimmung elektrischer Felder. J. Skowronski ging auf die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der Porosität von Porzellan ein und untersuchte deren Einfluß auf verschiedene Eigenschaften des elektrotechnischen Porzellans.

A. Imhof behandelte die Fortschritte beim Bau von Durchführungen, besonders solcher der Kondensatortype, wobei insbesondere eine neu durchgebildete ölgefüllte Type kleiner Abmessungen und geringen Gewichtes hervorgehoben wurde. L. Maggi berichtete über die bekannte Sprungerscheinung starr gekitteter Kappenisolatoren auf einer 130 kV-Leitung. Sten Velander ergänzte seine früheren Berichte[3] über „Porzellanisolatoren und Isolatorenporzellan" durch Mitteilung der versuchsmäßig bei künstlicher Versalzung und Benebelung der Isolatoren festgestellten Verluste, die bis 500 W je Isolator betragen können. Ferner berichtete er über Dehnungsversuche mit langer Belastungsdauer an Porzellanstäben mit wechselnder Belastung (Auftreten von mechanischen Hystereseschleifen) zur Stützung seiner Theorie über die Wahrscheinlichkeit einer Ermüdung des Porzellans[1] durch dauernde mechanische Wechselbeanspruchungen. *W. W.*

Amerikanische und europäische Kabelpraxis[2]. — In Amerika erfreut sich die Verlegung der Kabel in Betonrohrbänken einer Beliebtheit, die gewöhnlich damit erklärt wird, daß darin im Gegensatz zu dem in Europa üblichen Kabelgraben die Kabel gegen Beschädigung besonders gut geschützt seien. Da ist es sehr lehrreich zu hören, daß R. W. Bullard von der Electric Bond & Share Co. festgestellt hat, daß in Kabelnetzen, die nach europäischer Art in Gräben verlegt sind, die Zahl der Schäden keineswegs größer ist als in den normalen amerikanischen Ausführungen, die dagegen ungemein teuer sind. (Bei der Detroit Edison Co. stellen sich die Kosten von Rohrbänken und Einsteigschächten auf nicht weniger als 32 210 $/km.) Ganz im Gegenteil weist diese Verlegungsart einen Schadentypus auf, den es in Kabelgräben nicht gibt: das im Rhythmus der Lastschwankungen arbeitende Kabel scheuert sich an den Kanten der Betonkörper, wobei der Mantel leicht Schaden leidet. Ein Nachteil dieser Bauart ist es ferner, daß bei Schäden immer ein ganzer Kabelabschnitt ausgewechselt werden muß. Dafür stellt sich aber auch das Aufsuchen der Schadenstelle billiger, dank der überall vorhandenen Einsteigschächte (etwa alle 80 ··· 90 m). Die Ursache dafür, daß die amerikanischen Elektrizitätswerke die übliche Bauart beibehalten, wird darin gesehen, daß in Amerika der Strombedarf noch immer in starkem Steigen begriffen ist, und in den Rohrbänken, in denen üblicherweise nur ein Teil der Öffnungen belegt ist, lassen sich natürlich vorhandene Kabel gegen solche stärkeren Querschnitts sehr leicht auswechseln, ebenso wie das Verlegen neuer Kabel einfach und verhältnismäßig billig ist. — In neuerer Zeit findet eine Kabelbauart rasch wachsenden Eingang, die insbesondere Kurzschlüsse in Niederspannungsnetzen dämpfen soll, und die ausschließlich in Gräben verlegt wird. Hierbei werden Einleiterkabel im Abstande von einigen Zoll verlegt, die keinerlei metallische Armierung enthalten. Sie bestehen aus einer Kupferader mit Gummiisolierung, die zum Schutze gegen mechanische Beschädigungen lediglich eine Umwicklung von Fiberband erhält. Ein Feuchtigkeitsabschluß ist stets vorgesehen, meist Asphalt oder eine ähnliche Masse. Bei diesen Kabeln kann ein Erdschluß nie zum Kurzschluß werden, er brennt einfach aus, und die „Abbrennchakteristik" dieser Kabel soll sehr günstig sein. Außerhalb der V. S. Amerika sind sie bisher noch nicht verwendet worden. (Electr. Wld. Bd. 98, S. 1054.) *Ha.*

Elektromaschinenbau.

Das Anlaufdrehmoment des Einphasen-Induktionsmotors mit Hilfsphase. — Es wird ein Problem behandelt, welches sich bekanntlich einer einfachen rechnerischen Ermittlung entzieht, und zu dessen Lösung vielfach noch der experimentelle Weg im Prüffeld eingeschlagen wird. Im wesentlichen sind es 3 Faktoren, welche das Anlaufdrehmoment des Einphasen-Induktionsmotors beeinflussen, und deren Wahl für die Auslegung mehr oder weniger freisteht: 1. der Widerstand des Läuferstromkreises, 2. die Größe einer zur Bildung des Drehmomentes im Stillstand in den Stromkreis der Hilfswicklung gelegten Induktivität, Kapazität oder eines Ohmschen Widerstandes und 3. das Verhältnis der Windungszahlen von Hauptwicklung und Hilfswicklung. Demgegenüber stehen wiederum 3 Größen, welche für die Beurteilung des Ergebnisses maßgebend sind, nämlich die Höhe des erreichten Anlaufdrehmomentes, der dabei aufgenommene Netzstrom und endlich der „Gütegrad" des Anlaufes, d. i. das Verhältnis des erreichten Drehmomentes zu der dabei aufgenommenen Leistung in kVA. Es ist in der Abhandlung dargelegt, wie man auf dem Wege über das vektorielle Verhältnis des Stromes in der Hilfswicklung zu dem Strome in der Hauptwicklung zu Kreisdiagrammen geführt wird, welche es gestatten, die gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen interessierenden Größen einwandfrei zu überblicken. Ja, es läßt sich daraus auch sofort entnehmen, unter welchen Bedingungen in einem bestimmten Falle das größte und das günstigste Anlaufmoment erreicht wird. Somit sind diese Ortskurven vorzüglich geeignet, dem Berechner zur unentbehrlichen Grundlage für die Festlegung der

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 161.
[2] Vgl. den bereits hierüber erschienenen Bericht in ETZ 1933, S. 355.
[3] Vgl. ETZ 1929, S. 1852.

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 1852, sowie die neuere Arbeit von F. Heumann, Verhalten keramischer Werkstoffe bei Zug-Druck-Dauerbeanspruchung. VDI-Verlag, Berlin 1933.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 1246.

Digitized by Google

Anlaufverhältnisse beim Einphasen-Induktionsmotor zu werden. (W. Thoma, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 856.)

Mehrphasige kompensierte Kommutator-Induktionsmotoren. — Rudra behandelt nach einer kurzen Beschreibung des ständergespeisten Heyland-Motors und des läufergespeisten Osnos-Motors ausführlich die Theorie des Osnos-Motors. Der Einfluß der Kommutatorspannung auf das Verhalten des Motors wird geklärt durch Aufstellung des Spannungsdiagrammes des Sekundärkreises bei verschiedenen Bürstenstellungen unter Vernachlässigung der Eisenverluste des Motors, der Reaktanz der Sekundärwicklung sowie der Reaktanz, des Ohmschen Widerstandes und der Amperewindungen der Gleichstromwicklung. Zur Aufstellung des korrekten Ersatzstromkreises des Osnos-Motors führt eine schrittweise Berücksichtigung der vernachlässigten, das Verhalten des Motors bei verschiedenen Bürstenstellungen jedoch wesentlich beeinflussenden Konstanten. Zu erwähnen ist, daß der Gesamtwiderstand des Sekundärkreises nicht konstant, sondern vom Strom abhängig ist, weil der Übergangswiderstand an den Bürsten mit dem Strome veränderlich ist; es wird jedoch gezeigt, daß ein vom Strome unabhängiger Mittelwert gewählt werden kann. Das Verhalten des Motors wird veranschaulicht durch die Kennlinien, die für einen 17,5 PS-Motor bei Betrieb als Osnos-Motor als Beispiel dargestellt sind. Im Vergleich mit den entsprechenden Kennlinien bei Betrieb als normaler Asynchronmotor werden in Abhängigkeit von der Belastung für verschiedene Bürstenstellungen der Verlauf des Leistungsfaktors, des Stromes im Primärkreise, der aufgenommenen bzw. abgegebenen Blindleistung, der Drehzahl und des Wirkungsgrades gezeigt. Diese Kennlinien werden ergänzt durch Strom-, Leistungsfaktor- und Wirkungsgradkennlinie für einen 250 PS-Motor. Während in einem besonderen Anhang nachgewiesen wird, daß der geometrische Ort des Stromes des Osnos-Motors ein Kreis ist, werden in der Arbeit selbst die Gleichungen für die Koordinaten des Kreismittelpunktes abgeleitet. Für das obige Beispiel des 17,5 PS-Motors wird alsdann für verschiedene Bürstenstellungen der geometrische Ort des Stromes konstruiert und nachgewiesen, daß die Kreismittelpunkte für verschiedene Bürstenstellungen auf einer Ellipse liegen. Es folgt der Vergleich der errechneten Werte mit den gemessenen und die Angabe einer für das Beispiel des 17,5 PS-Motors durchgeführten Methode zur Entnahme der Kupferverluste, des Leistungsfaktors, der Leistung und des Drehmomentes aus dem Kreisdiagramm.

Verfasser schließt mit einer kurzen Beschreibung zweier anderer kompensierter Motoren, des Fynn-Weischel- und des Torda-Motors, und einem ausführlichen Literaturverzeichnis. (J. J. Rudra, J. Instn. electr. Engr. Bd. 70, S. 365.) *Klt.*

Apparate.

Der Großkondensator als Phasenschieber in Hochspannungsnetzen. — Der Phasenschieber liegt entweder als Kondensator parallel zum Verbraucher („Stromschieber") oder in Reihe zur Leitung („Spannungschieber"). Erstere Form ist die für europäische Verhältnisse wichtigere und vorteilhaft für Gebrauchspannungen von 400 bis 500 V. Fortschritte in der Herstellung von ölgetränkten Papierkondensatoren führten schließlich zu erheblichen Leistungseinheiten (Schweiz: 350 BkVA-Kondensator für 16 kV, 16⅔ Per/s). Auf die Aufstellungsmöglichkeiten im Verteilungsnetz und die für Hochspannungskondensatoren in Betracht kommenden Anschlußschemata kann hier wegen Raummangels nicht eingegangen werden, es wird auf die ausführlich in der Originalarbeit behandelten Beispiele verwiesen. Im Gegensatz zu der bei rotierenden Phasenschiebern üblichen gemeinsamen Spannungsregelung und Phasenverbesserung empfiehlt der Verfasser getrennte Regelung der Spannung einerseits durch Regeltransformatoren und des Leistungsfaktors, anderseits durch Stromschieber-Kondensatoren, womit eine Entlastung größerer Netzteile bis ins Mittel- und Niederspannungsgebiet und damit Verringerung der Gesamtverluste erreicht wird. Der Hochspannungs-Großkondensator benötigt in großen Einheiten (400 ... 500 BkVA) wenig Platz, seine Betriebsicherheit ist hoch, vorausgesetzt, daß eine scharfe Prüfung der fertig zusammengebauten Einheit alle irgendwie fehlerhaften Elemente ausgeschieden hat. Bedenken wegen zu großer Erwärmung sind nicht berechtigt, denn man kann bei technischen Frequenzen mit $\operatorname{tg}\delta = 0{,}002$ bis 0,003 entsprechend Verlusten von 0,2 ··· 0,3 % rechnen. Der Großkondensator ist somit berufen, als Phasenschieber in den größten Anlagen bei unmittelbarem Anschluß an die hohen Mittelspannungen zu dienen, die andern Phasenschiebern verwehrt sind. (J. Stehelin, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 509.) *Eg.*

Bedenkliche Erscheinungen an einem hochbelasteten Wasserwiderstand. — Bei Abnahmeversuchen an einer 10 000 kW-Turbine war in den Abflußkanal des Kühlwassers ein Wasserwiderstand zur Belastung des Generators eingebaut worden. Bei Vollast der Maschine herrschte an den Platten eine Spannung von etwa 6 kV, der Stromdurchgang betrug etwa 1700 A. Infolge besonders hohen Wasserstandes wurde der Rasen der Uferböschungen vom Wasserspiegel erreicht (Abb. 2), nachdem kurz vorher ein Regen niedergegangen war, der den Rasen gut durchgefeuchtet hatte. Als sich der aufsichtführende Beamte des Werkes bis auf 2 m dem Rand des Wasserspiegels genähert hatte, erhielt er so starke elektrische Schläge in die Fußgelenke, daß er sich nur mit Mühe unter Anwendung kleiner Schrittlängen zurückziehen konnte. Da das Erdschlußrelais des Maschinennullpunktes nicht angesprochen hat, geht aus dem Schaltbild, Abb. 2, hervor, daß nicht etwa Erdströme zwischen Wasserwiderstand und Maschinen-

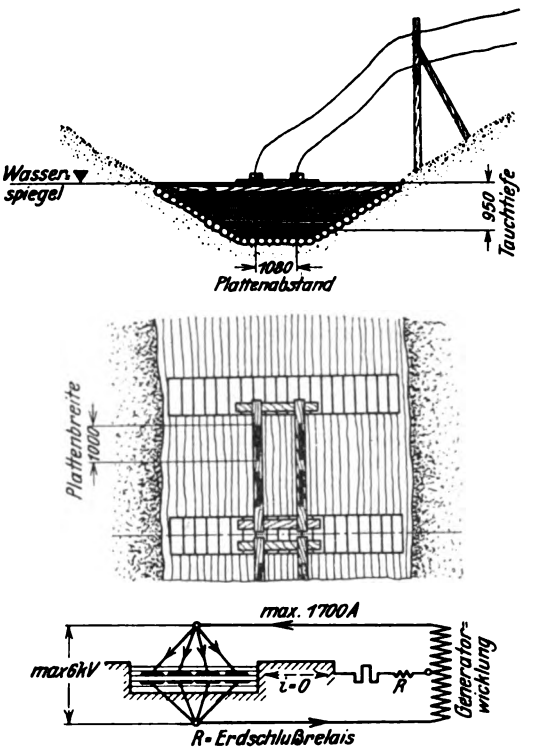


Abb. 2. Einbau eines Wasserwiderstandes in den Kühlwasserabfluß einer 10 000 kV-Turbine.

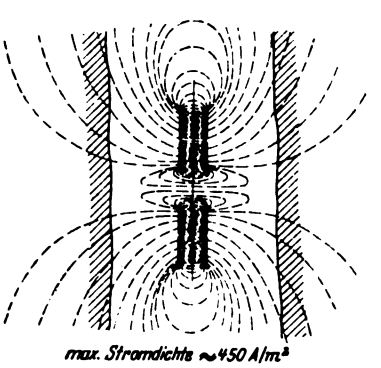


Abb. 3. Übergang von Stromfäden in das umgebende Erdreich.

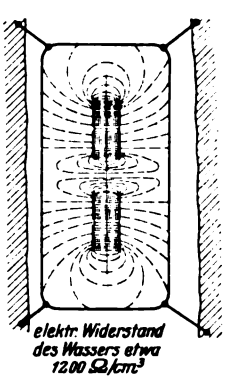


Abb. 4. Eisenkäfig zur Aufnahme der Stromfäden.

[1] ETZ 1924, S. 595.

Digitized by Google

nullpunkt die Ursache der Potentialunterschiede sein können. Man muß vielmehr annehmen, daß infolge der hohen Stromdichte ein großer Teil der Stromfäden in den feuchten Rasen abgedrängt worden ist (Abb. 3). Es empfiehlt sich daher, mit der Stromstärke nicht zu hoch zu gehen, oder gemäß Abb. 4 einen Eisenkäfig aus gut leitend miteinander verbundenen Rohren anzuordnen, um das Übertreten von Stromlinien außerhalb des Käfigs zu verhindern. Eine Absperrung des Geländes in einem Umkreis von 10 m ist empfehlenswert. (Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 235.) *Ka.*

Beleuchtung.

Die lichttechnischen Eigenschaften von Blitzlichtern[1]. — Zur Beurteilung der Wirkung photographischer Blitzlichtquellen sind Verfahren bekannt, bei denen der Lichtblitz auf einer rasch bewegten photographischen Platte eine mehr oder minder breite geschwärzte Zone erzeugt. Aus der Geschwindigkeit der Platte und der Breite der Zone läßt sich die für die photographische Wirkung maßgebende Blitzdauer berechnen. Auf einer anderen Grundlage beruhen die lichttechnischen Verfahren zur Untersuchung von Blitzlichtern, die A. Dresler mitteilt. An einer Reihe neuerer Blitzlichtarten wurden die während des Abbrennens ausgestrahlte Gesamtlichtmenge und der zeitliche Verlauf des Abbrennvorgangs untersucht. Die Messung der Gesamtlichtmenge erfolgte durch Abbrennen des Blitzlichts in einer Ulbrichtschen Kugel, an deren Meßfenster eine Selen-Sperrschicht-Photozelle angebracht war. Die Zelle war mit einem ballistischen Galvanometer verbunden, dessen Ausschläge der Lichtmenge (Lumensekunden) proportional waren. Der zeitliche Ablauf des Abbrennvorganges wurde ebenfalls mit einer Selen-Sperrschichtzelle untersucht, die an die Meßschleife eines Oszillographen angeschlossen war.

Untersucht wurden der Magnesiumkapselblitz der Agfa in den Größen 0, 1 und 2, der Osram-Vakublitz Größe 1 und 2 sowie eine Versuchsanordnung, bei der eine Anzahl parallel geschalteter Wolframwendeln in einer luftgefüllten Glasglocke durch den Einschaltstromstoß an 220 V Netzspannung durchgebrannt wird. Die Ergebnisse zeigten, daß die Abbrennzeit beim Magnesiumkapselblitz am größten ist, sie beträgt je nach der Größe 0,15 ··· 0,45 s und unterliegt starken Schwankungen. Beim Vakublitz ist die Abbrennzeit erheblich kleiner, sie beträgt 0,05 ··· 0,06 s und zeigt nur geringe Streuung. Die Abbrennzeit der Wolframwendeln lag zwischen 0,07 und 0,11 s. Ein Vergleich der Oszillogramme ergibt, daß der Vakublitz seine maximale Lichtstärke schon sehr kurze Zeit nach dem Einschalten erreicht hat, während der Anstieg beim Magnesiumkapselblitz weniger rasch erfolgt. Die Licht-Zeit-Kurve der Wolframwendeln hat ungefähr trapezförmige Gestalt. Die Gesamtlichtmenge lag bei den Magnesiumkapselblitzen etwa zwischen $2 \cdot 10^5$ und $7 \cdot 10^5$ Lumensekunden und bei den Vakublitzen etwa zwischen $1{,}5 \cdot 10^4$ und $3 \cdot 10^4$ Lumensekunden. Für die Wolframwendeln betrug die Lichtmenge dagegen nur etwa $3 \cdot 10^3$ Lumensekunden; wegen der geringen Lichtwirkung ist diese Anordnung für photographische Zwecke nicht geeignet. Diese Zahlen gestatten natürlich nur einen ungefähren Rückschluß auf das Verhältnis der Größenordnung der Aktinitäten, da diese von der spektralen Energieverteilung des Blitzlichts und der Empfindlichkeitsverteilung der verwendeten photographischen Emulsion abhängig sind. Zur genauen Bestimmung der Aktinität müßte die spektrale Empfindlichkeit der Photozelle derjenigen der Emulsion angepaßt werden. (A. Dresler, Vortrag Dt. Beleuchtungstechn. Ges., Jan. 1933.) *Frh.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neuartiger elektrischer Zugbetrieb auf der Höllental- und Dreiseenbahn. — Der Verwaltungsrat der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft hat in seiner Sitzung am 2./3. V. d. J. beschlossen, zur Erprobung neuester Fortschritte auf dem Gebiet der elektrischen Stromversorgung von Bahnen auf der Höllentalbahn Freiburg—Neustadt und der damit zusammenhängenden Dreiseenbahn Titisee—Seebrugg elektrischen Zugbetrieb einzurichten. Die Arbeiten sollen im Rahmen des neuen Arbeitsbeschaffungsprogramms durchgeführt werden.

Während bisher in Deutschland und andern europäischen Ländern für den elektrischen Fernzugbetrieb in der Hauptsache Einphasen-Wechselstrom von hoher Spannung (15 000 V) und niedriger Frequenz (16⅔ Per/s) als Bahnstrom verwendet wird, soll auf den genannten Strecken Drehstrom von 15 kV, 50 Per/s mit seinen einzelnen Phasen in Abschnitte der Fahrleitung geleitet werden. Die Triebfahrzeuge erhalten also Wechselstrom mit 50 Per/s, der über einen auf der Lokomotive oder dem Triebwagen aufgestellten Gleichrichter mit Gittersteuerung — sog. Stromrichter — in Gleichstrom umgesetzt und den Gleichstrom-Antriebsmotoren der Fahrzeuge zugeführt wird. Zur Erprobung dieser Art von Energieübertragung sind zunächst 3 Stück Versuchslokomotiven, Achsfolge Bo—Bo mit 80 t Reibungsgewicht neu durchgebildet worden. Der Bau von Versuchstriebwagen ist ebenfalls in Aussicht genommen.

Mit der Elektrisierung soll die Fahrgeschwindigkeit der Züge gegenüber dem Dampfbetrieb erheblich gesteigert werden. Stromlieferer ist die Badische Landes-Elektrizitätsversorgung (Badenwerk).

Die zu elektrisierenden Strecken Freiburg—Neustadt und Titisee—Seebrugg haben eine Länge von 36,5 + 19,2 = zus. 55,7 km. Die zugehörige Fahrleitungslänge einschließlich der Bahnhöfe beträgt rd. 92 km.

Der Bau der Triebfahrzeuge und der elektrischen Streckenausrüstung wird etwa 1 Jahr in Anspruch nehmen, so daß mit der Inbetriebnahme des elektrischen Versuchsbetriebs im Laufe des nächsten Jahres zu rechnen ist. *of*

Bessere Ausnutzung der Wasserkraftwerke und Fernleitungen bei den bayerischen Bahnen. — Die vom Verwaltungsrat der Reichsbahn beschlossene Elektrisierung weiterer südbayerischer Eisenbahnstrecken, u. zw. Augsburg—Treuchtlingen—Nürnberg und München—Dachau, wird eine bessere Ausnutzung der bayerischen Wasserkraftwerke und des für Übertragungen von jährlich 250 Mill kW bemessenen Fernleitungsnetzes ermöglichen. Das gleiche gilt für den elektrischen Lokomotiv- und Triebwagenpark, dessen Ausnutzung in Bayern bisher zu wünschen übrig ließ und besonders dadurch nachteilig beeinflußt wurde, daß alle Züge zwischen München und Nürnberg in Augsburg Lokomotivwechsel vornehmen mußten. Die Elektrisierung der Strecke Augsburg—Nürnberg bedeutet also in verschiedener Hinsicht einen gewissen Abschluß für den elektrischen Zugbetrieb im südlichen Bayern.

In Treuchtlingen und Augsburg werden im Rahmen der Elektrisierungsarbeiten zwei Unterwerke errichtet, außerdem sind Linien- und Bahnhofsverbesserungen, u. a. auch größere Umbauarbeiten im Bahnhof Treuchtlingen, notwendig. Von Landshut über Ingolstadt nach Treuchtlingen muß eine rd. 110 km lange Fernleitung errichtet werden. An Fahrzeugen werden etwa 25 elektrische Lokomotiven und 10 Triebwagenzüge beschafft, letztere insbesondere für den Vorortverkehr auf der Strecke München—Dachau, wo durch die elektrische Zugförderung die Verkehrs- und Betriebsverhältnisse wesentlich verbessert werden.

Landwirtschaft.

39. Deutsche Landwirtschaftliche Wander-Ausstellung der D.L.G. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft). — Diese fand seit dem Jahre 1906 wieder in Berlin vom 20. bis 28. V. auf dem Messegelände am Funkturm statt. Auf einer Fläche von 45 ha wurde in den drei Abteilungen: Tiere, Erzeugnisse, maschinelles Gerät dem Landwirt ein Überblick zum gegenwärtigen Stand seines Berufes ermöglicht.

400 Firmen hatten etwa 6000 verschiedene Maschinen und Geräte ausgestellt. Das weitere Eindringen der Elektrizität in den landwirtschaftlichen Betrieb infolge besserer Anpassung zueinander trat offensichtlich in Erscheinung. Die Arbeiten des „Reichskuratoriums für Technik in der Landwirtschaft" (RKTL) in Gemeinschaftsarbeit mit den Elektrizitätswerken haben Verwendungsmöglichkeiten für elektrischen Strom in Zeiten, in denen bisher Strom gerade von der Landwirtschaft nicht abgenommen wurde, erschlossen, womit eine Verbilligung der Stromkosten erzielt werden konnte — dies gilt insbesondere für Gartenbau und Molkereien —, und haben eine gewisse Beweglichkeit in die Verwendung elektrischer Energie für Kraftzwecke gebracht, indem vom großen Einheitsmotor, der zum Antrieb auch des kleinsten Geräts benutzt wurde, was auf Belastungs- und Stromverhältnisse ungünstig einwirkte und eine unnötige Verteuerung der Anlage im Gefolge hatte, abgegangen ist. Letzteres ist auch besonders wichtig für Siedler, die sich jetzt besser mit elektrisch betriebenem Kleingerät versehen können. Das RKTL hatte seine Versuchsergebnisse bei der Anwendung der Elektrizität im Landbau, Haushalt und Gartenbau in einem besonderen Gebäude dargestellt.

Zum Antrieb der kleinen Arbeitsmaschinen, wie z. B. Schrotmühle, Häckselmaschine usw., wird ein Einphasen-Anwurfmotor bis zu etwa 900 W Leistung benutzt, der auf

[1] Vortrag vor der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft am 24. I. 1933.

Digitized by Google

Wippe montiert an jede Maschine angehängt und mit Schutzschalter gesichert an die Lichtleitung mit Stecker angeschlossen werden kann. Das Anwerfen des Motors zum Links- oder Rechtslauf erfolgt durch kurzes Anziehen des Riemens, worauf er von selbst auf seine volle Drehzahl hochläuft. Alle Firmen zeigten derartige Motoren, die AEG mit einem Stahlblechgehäuse, die Elektrischen Werke Kaiser als Vorgelegemotor von 0,5 PS für zwei Drehzahlen 1400 und 350 U/min. Infolge des Zweileiter- gegen früheren Vierleiteranschluß, Einbaus nur eines Lichtzählers auf jedem Hof und eines einzigen Kraftzählers in der Siedlung für eine genossenschaftlich zu betreibende Dreschmaschine mit etwa 7,5 PS-Motor kann z. B. das elektrische Anlagekapital auf einer Vollbauernstelle um die Hälfte verringert werden.

Die fortschreitende Elektrisierung der Molkereien ist begründet in 1. geringeren Anlagekosten als bei Dampfbetrieb, 2. größerer Hygiene, 3. tarifpolitischen Vorteilen, da die Molkerei ihren Strombedarf günstig für die Elektrizitätswerke legen kann und ihre Kühlanlage auch im Sommer Strom benötigt. Zur guten Reinhaltung liegt im Betriebsraum nur die vollkommen wasserdicht und glatt mit der Wand angelegte Schalttafel für die Motoren, während sich die Schützengruppe mit den Sicherungen außerhalb befindet.

Dem RKTL war der „Reichsverband landwirtschaftlicher Hausfrauen-Vereine" angegliedert, der Studienergebnisse zu Herden für Kohle und Holz gegenüber dem elektrischen Herd bekanntgab. Die Lösung der Frage richtet sich nach den Sonderheiten eines jeden Haushalts, und die Landfrau fand die Anleitung zur Rechnung, die sie anstellen muß. Eine Kostenverteilung für Küche und Heißwasserbereitung ließ erkennen, daß sich eine Ersparnis von 4,3 % auf die Gesamtkosten (Material, Strom, Arbeitskosten) im elektrischen Betrieb ergibt, wenn für das Kochen ein Tagstrom zu 10 Pf/kWh, für den Speicher ein Nachtstrom zu 5 Pf/kWh, für Briketts 2,36 Pf/kg, für Holz 2,32 Pf/kg zugrundegelegt werden. Dabei ist bei den Kosten des elektrischen Herdes eine zusätzliche Heizung der Küche im Winter einbegriffen.

Auf der Sonderschau des RKTL hatten die SSW ein Gewächshaus der Firma Böttger & Eschenhorn, Bln.-Lichterfelde-Ost, vollständig elektrisch eingerichtet. Außer der elektrischen Beetheizung durch isolierte Widerstandsdrähte mit selbsttätiger Temperaturregelung war zusätzliche Luftheizung in den Übergangsmonaten mit selbsttätiger Temperaturregelung mittels an den Wänden verlegter „Hochleistungs-Heizkabel" vorgesehen. 10 ° C Temperatursteigerung können in 15 min erreicht werden. Der Cu-Draht trägt einen Glasperlenschutz, über dem der Bleimantel liegt, der wiederum durch einen Spezial-Blechschutz gesichert ist. Zur Installation in Ställen und sonstigen feuchten Räumen im landwirtschaftlichen Betrieb hat die AEG eine neue Gummischlauchleitung herausgebracht, welche durch eine Beflechtung, die vertieft in der Gummioberfläche liegt, gegen Beschädigung durch scharfe Kanten, z. B. Steine, sicher geschützt ist.

Durch einen hohen Turm, der als Symbol einen Elektromotor trug, war die Sonderschau „Elektroland", die von der Vereinigung der deutschen Elektrizitätswerke gemeinsam mit der elektrotechnischen Industrie veranstaltet war, den Besuchern weithin sichtbar gemacht. Vor dem Betreten des mit seitlichen Laubengängen ausgestatteten Hofes, in denen links die Erzeugung, rechts die Verwendung elektrischer Erzeugnisse für die Landwirtschaft zu sehen war, wurde der Besucher durch wuchtige Reklame auf die Wettbewerbe: Kohlenherd — Elektroherd, Verbrennungsmotor — Elektromotor in allgemein verständlicher Form hingewiesen. Ohne Berücksichtigung aller kulturellen Vorteile des elektrischen Kochens muß bei einem Kochstrom von 10 Pf/kWh der Zentner Holz weniger als 93 Pf und der Zentner Briketts weniger als 115 Pf kosten, ehe die reinen Brennstoffkosten der Holz- und Kohlenküche die der elektrischen Küche unterschreiten. Bei der Vergleichung der wesentlich verschiedenen Preise für einen 8 PS-Elektromotor und 8 PS-Verbrennungsmotor ist schließlich ein endgültiges Urteil nur auf Grund der Gesamtkosten möglich. An Industrieneuheiten seien angeführt bei den SSW eine neue Heizplatte Drakodyn-Rapid, die bei 22 cm Dmr. infolge neuartiger Wicklungsanordnung mit hochkantstehender Flachwicklung eine Heizleistung von 3000 W gegen 1800 W bei der früheren Runddrahtwicklung hat. Der Wärmewiderstand der Platte ist erheblich herabgedrückt. Die Drahttemperatur ist nicht gestiegen, aber die Leistung. Bei Voigt & Haeffner war ein neues Kleinölschütz mit Motorschutzschalter mit thermischen Überstromrelais und ein neuer bakelitgekapselter Motorschutzschalter mit thermischer Auslösung durch Bimetall und magnetischer Kurzschlußauslösung zu sehen. Brown, Boveri & Cie., Mannheim, hatten neben einer „Sigma"-Wasch- und -Spülmaschine mit besonderer wellenförmiger Kreisbewegung der Lauge, die mittels der angebauten Elektro-Zentrifugalpumpe aus einer Düse in den Wäschebehälter gedrückt wird, eine neue Wäscheschleuder ausgestellt, deren Korb durch den Luftstrom aus einem unter ihm liegenden Elektro-Ventilator angetrieben wird. Vorteile sind: geräuschloser Lauf, kein Gefahrenmoment, kein Druck auf den Motor. Bei der „Pertrix", Berlin, ist der neue Lichtwerfer mit Sperrfokus zu erwähnen. Durch einen Druck auf den Kontaktknopf und eine leichte Linksdrehung des Lichtwerferkopfes erfolgt gleichzeitig Einschaltung und Einstellung des Lichtstrahls auf Nah- oder Fernbeleuchtung. Eine kurze Rechtsdrehung des Kopfes ermöglicht bei jeder gewünschten Fokuseinstellung ein sicheres Morsen. Eine Drehung in die Sperrschaltung macht ein Selbsteinschalten des Lichtwerfers unmöglich.

Viel Interessantes wird auf der Ausstellung dem Landwirt die Entwicklung der elektrisch betriebenen Milcherhitzer geboten haben, die mit den Vorschriften des Reichsmilchgesetzes vom 1. I. 1932, daß bei der Erhitzung der Milch kurzzeitig die Temperatur von 85 ° C oder 63 ° C während ½ h eingehalten werden muß, in Verbindung steht. Für Dauerpasteurisierung bei 63 ° C wird die zur Erhitzung der Milch erforderliche Wärmemenge in der Nachzeit mit billigem Nachtstrom im Wasserbad aufgespeichert. Anzuführen ist hier der Elektropasteur von Wilhelm Krause, Züllichau, in Kesselausführung. Der Elektroplattenpasteur „Phönix" von Holstein & Kappert, Dortmund, mit Erwärmung des heißen Wassers durch elektrische Heizelemente arbeitet für Moment- und Kurzzeiterhitzung. Ein neues Modell für Kleinbetriebe hat Hermann Rothenburg, Neumünster i. Holstein, in seinem Moment-Milcherhitzer mit eingebautem Wärmeaustauscher für Heißwasserheizung mittels elektrischer Heizpatronen geschaffen, das geringen Platzbedarf erfordert und geringen Stromverbrauch haben soll. Das Bergedorfer Eisenwerk/Astra-Werke, Bergedorf-Hamburg, stellen den Astra-Kleinmontania-Momenterhitzer mit elektrischer Heizung her. Hierzu ist im Fuß des Apparates ein Durchfluß-Wassererhitzer angeordnet, in dessen schmiedeeisernem Gehäuse Widerstands-Heizlamellen eingebaut sind. Mittels Stufenschalters ist eine Regelung der Temperatur in weiten Grenzen zu wirtschaftlichem Stromverbrauch möglich. Einen wesentlichen Fortschritt dürfte der neue Astra-Montana-Milcherhitzer für elektrische Induktionserhitzung der Milch bedeuten, bei dem ein Heißwasserbad vollständig fortfällt. In den Röhren des als Röhrenapparat gebauten Erhitzers befinden sich Stäbe (Verdränger), so daß ein wenige Millimeter starker Ringkanal für die zu erhitzende Milch gebildet wird. Durch eine besondere Deckelkonstruktion werden die Erhitzerrohre und Verdränger elektrisch kurz geschlossen, so daß eine Erhitzung der Milch von beiden Seiten erfolgt. Die Rohre bilden die Sekundärwicklung, während der aus einem Eisenkern mit Wicklung bestehende und durch Luftströmung gekühlte Verdränger der Primärteil ist. Durch die direkte Wärmeübertragung beim Induktionserhitzer wird der elektrische Strom um etwa 20 % besser ausgenutzt. Wärmeaustauscher erhöhen noch die Wirkung.

Przygode.

Fernmeldetechnik.

Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft, Berlin. — Der Telegrammverkehr über die Kabel der Gesellschaft hat im Geschäftsjahr 1932 22,1 Mill gebührenpflichtige Wörter gegen 27,9 Mill im Vorjahre (Rückgang 20,8 %) betragen. Seit August des vorigen Jahres ist eine geringe Verkehrszunahme im Vergleich zu den vorhergehenden Monaten zu verzeichnen, ohne daß jedoch die Verkehrsziffern des Vorjahres erreicht werden konnten. Die Kabel der Gesellschaft haben eine Länge von 4074 Seemeilen[1] (davon rd. 800 Seemeilen unbenutzt). Die Gesellschaft hat aus der im Jahre 1931 gezahlten Schlußentschädigung für die lt. Versailler Vertrag abgetretenen Kabel eine außerordentliche Rücklage in Höhe von 702 865 RM gebildet. Sie beabsichtigt, die Rücklage nach Maßgabe künftiger Gewinne zu erhöhen, um Mittel für den Ausbau ihres Kabelnetzes, besonders für die Legung eines zweiten Azorenkabels, das bei einer Steigerung des Telegrammverkehrs, wie im Geschäftsbericht ausgeführt ist, vielleicht schon in absehbarer Zeit erforderlich wird, zur Verfügung zu haben. Die Kabelbetriebseinnahmen beliefen sich auf rd. 3,7 Mill RM (gegenüber Vorjahr Rückgang um 13 %), der Jahresreingewinn betrug 478 434, die Dividende 7 % auf 5 090 000 RM Stammaktien.

wl.

[1] 1 Seemeile = 1,855 km.

Digitized by Google

Ultrakurzwellensender Berlin im Dauerbetrieb. — Die Telefunken-Gesellschaft hat einen Ultrakurzwellensender entwickelt, der auf 7 m-Welle arbeitet und 4 kW Telephonieleistung liefert (gegenüber rd. 1 kW bei den stärksten amerikanischen Ultrakurzwellensendern). Der Sender wurde im Frühjahr 1932 in Witzleben bei Berlin aufgestellt. Zur Aussendung der Ultrakurzwellen-Energie dient ein Einfach-Vertikalstrahler, der auf der Spitze des Funkturms in 136 m Höhe angebracht ist: ein senkrechter Metallstab von etwa ¼ Wellenlänge mit einem Metallring am Fußpunkt des Stabes als Gegengewicht. Der Sender ist nun seit Juli 1932 täglich in Betrieb. Er sendet regelmäßig in Abständen das Berliner Rundfunkprogramm und eine Stunde Fernsehen. Diese Versuchsendungen dienen bisher noch vornehmlich der weiteren Entwicklung der Fernseh-Sendetechnik, der Ultrakurzwellen-Empfänger und des Fernsehempfangs. Die Bildzerlegung erfolgt auf der Sendeseite durch Nipkow-Scheibe in 90 Zeilen zu je 110 Bildpunkten mit 25 Wiederholungen je Sekunde, so daß etwa 250 000 Bildpunkte in der Sekunde übertragen werden. Der Sender arbeitet also z. Z. mit einer Bandbreite von rd. 125 000 Hz. *of*

Tätigkeitsbericht der französischen Landes-Versuchsanstalt für das Funkwesen über das Jahr 1932. — Wie schon im Jahre 1931 hat die französische Landesversuchsanstalt für das Funkwesen auch 1932 die von den Staatsbetrieben und der Privatindustrie gewünschten Versuche und Eichungen vorgenommen. Die Zahl der Versuche, für die das Ausstellen eines Gutachtens verlangt wurde, hat sich von 180 im Jahre 1931 auf 265 im Berichtsjahr erhöht. In der Hauptsache erstreckten sich die Versuche auf Frequenzmesser sowie Sende- und Empfangsröhren. Aber auch Empfangsgeräte wurden geprüft, ferner Verstärker, hochfrequente und tonfrequente Schwingungserzeuger, Kondensatoren, Drosselspulen, Hochfrequenzfilter, piezoelektrische Quarzoszillatoren und Resonatoren und Isolierstoffe, bei denen die Dielektrizitätskonstante und der dielektrische Verlustwinkel ermittelt werden sollten. Geeicht wurden 14 Stromerzeuger. Die mit diesen gesandten Zeichen wurden auf Veranlassung des Staates oder privater Funkstellen gemessen; ferner wurde die Frequenz von Sendern mit sehr großer Genauigkeit festgestellt, Messungen dieser Art wurden insbesondere für die Funkstellen des Völkerbundes durchgeführt. Außerdem wurden Funkpeilgeräte nachgeprüft und Messungen der Strahlungsleistung von Antennen vorgenommen, die im Land-, See- und Luftfunkdienst verwendet werden. Schließlich stellte das Laboratorium auf Wunsch der französischen Delegation für Madrid Feldstärkemessungen für die größten europäischen Sender an.

Die Arbeiten zur Verbesserung der Meßgeräte und der Meßverfahren erstreckten sich u. a. auf folgende Gebiete: Induktivitäts- und Kapazitätsmessungen, Verluste in den Dielektriken, Eichung der Frequenzmesser, absolute Frequenzmessungen, Empfänger, Schwingungserzeuger und Zeichenausstrahlung. Untersuchungen wurden angestellt über die Sendung und den Empfang der Zeitzeichen, den Einfluß der Temperatur auf die Frequenz von Stimmgabeln, die Feldstärke von Rundfunksendern, die Echos von Kurzwellenzeichen, die totale Reflexion Hertzscher Wellen usw.

Im Laufe des Berichtsjahres hat die Versuchsanstalt 18 wissenschaftliche Abhandlungen veröffentlicht. Auf der letzten Pariser Funkausstellung war sie mit mehreren Apparaten vertreten, gleichzeitig führte sie Laboratoriumsversuche, die allgemein Interesse fanden, öffentlich vor. Ferner stellte sie dort ältere Apparate zur Schau; diese werden den Kern eines künftigen Funkmuseums bilden. (Ann. Postes Télégr. Bd. 22, S. 189.) *Gth.*

Radioröhren ohne Glas. — Mitte Mai kamen in England die von der GEC gemeinsam mit der Marconiphone Co. Ltd. entwickelten neuartigen Radioröhren unter dem Namen „Catkin" auf den Markt. Es handelt sich um Kleinröhren für normale Empfangsgeräte, die in der für Senderöhren bereits seit einiger Zeit bekannten Ausführung ohne Glaskolben hergestellt sind, wobei jedoch auf Wasserkühlung verzichtet werden konnte. „Catkin"-Röhren werden in den gleichen Größen, mit gleichen Kennlinien und denselben Sockeln hergestellt und zum gleichen Preis verkauft wie die bisher gebräuchlichen Röhren, die sie infolge ihrer nachstehend auf Grund der bisherigen Pressemeldungen zusammengestellten Vorzüge allmählich zu verdrängen bestimmt sein sollen. Das Hauptmerkmal der neuen Röhren ist, daß bei ihnen Glas — abgesehen von einem gläsernen Isolierkörper für die Drahteinführung — nicht zur Verwendung gelangt; sie sind daher in hohem Grade bruchsicher; ihre Herstellung ist einfacher und mit größerer Präzision möglich, so daß die Kennlinien genauer eingehalten werden können; eine besondere Metallisierung zwecks Abschirmung elektrischer Felder ist nicht erforderlich. Der erwähnte gläserne Isolierkörper, in den die Einführungen in großen Abständen voneinander eingeschmolzen sind, ersetzt die gedrängte Glasbasis der bisherigen Röhren, in welcher auf engstem Raum die Einführungen und Elektrodenträger vereinigt waren. Die Tragdrähte der neuen Röhren weisen keine Biegungen auf und sind durch Glimmerstücke festgehalten, die sich an ihrem Umfang an dem als Anode dienenden, außen emaillierten Kupfermantel stützen. Diese Glimmerabstützung ergibt in elektrischer Hinsicht geringere Verluste. Um ein mikrophonisches Nachtönen zu unterdrücken, ist die Röhre auf dem Sockel in einem Gummiring gelagert, außerdem ist das Volumen der Röhre erheblich verringert. Hierdurch wird auch die Wärmeabfuhr begünstigt und somit die Beständigkeit des Vakuums verbessert. Zunächst sind vier Typen dieser Röhren erhältlich, u. zw. werden sie entweder in der oben beschriebenen Form oder aber mit einem zusätzlichen perforierten Schutz- und Abschirmblech geliefert. *v. Str.*

Chemie.

Die stationäre „Berga"-Akkumulatoren-Batterie. — Die Akkumulatoren der Accumulatorenfabrik Berga Rastatt i. B., haben je nach Größe und nach Art des Verwendungszweckes Kasten aus Glas, Holz mit Blechausschlag, Hartgummi oder aus einer säurebeständigen Art von Steingut. Die zusammengebauten Elemente werden isoliert auf Holzgestellen oder auch direkt auf in den Boden eingelassenen Isolatoren aufgestellt und miteinander verbunden. Die positive Platte dieser Batterien ist eine sog. Großoberflächen-Elektrode (Abb. 5). Sie wird aus ganz besonders reinem, doppelt raffiniertem Hüttenweichblei gegossen und besteht aus einer großen Anzahl eng einandergereihter, dünner Bleirippen. Die Schwefelsäure umspült diese Rippen. Die Angriffsflächen sind etwa achtmal so groß wie die sichtbare Oberfläche der Platte, daher die verhältnismäßig hohe Leistung von rd. 13 Ws je kg Plattengewicht bei einer Entladedauer von 5 h. Diese Plattenart ist außerordentlich widerstandsfähig gegen hohe Belastungen, da die sog. aktive Masse nicht eingepreßt wird, sondern durch ein besonderes chemisches Formierverfahren auf der Oberfläche der Bleirippen erzeugt wird. Die außerordentlich hohe Belastung, die mit der Entnahme der Kapazität innerhalb einer Stunde verbunden ist, kann bei dieser Plattenart noch zugelassen werden. Die negative Platte ist als Kastenelektrode ausgebildet, d. h. die negative Masse wird in Form von quadratisch gepreßten Massekuchen in das Gitter eingebracht und durch zusammengenietete, perforierte Bleibleche festgehalten. Diese negativen Elektroden sind bei ordnungsgemäßem Betriebe nahezu unverwüstlich. Die beiden Elektrodensysteme werden gegeneinander durch besonders präparierte Holzbrettchen isoliert, die durch geschlitzte, an den Platten abgehängte Hartgummistäbe festgehalten werden. *fi*

Abb. 5. Großoberflächen-Platte.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Mustermesse Barcelona 1933. — In der Zeit vom 3. bis 18. VI. 1933 findet in Barcelona eine nationale und internationale Mustermesse (Feria Nacional e Internacional, 6a Manifestación) statt, deren Beschickung durch die deutsche Industrie seitens der Leitung außerordentlich begrüßt wurde. Sie umfaßt u. a. folgende Warengruppen: Elektrotechnik, Elektrochemie, Transport und Schiffahrt, Landwirtschaft, Maschinen und Apparate, Feinmechanik und Optik. Die Ausstellungsbestimmungen sind beim Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amt, Berlin W 35, Königin-Augusta-Str. 28, erhältlich.

Herabgesetzte Preise für die Amerika-Reise des Leipziger Meßamts. — Durch den Sturz des Dollars ist es

Digitized by Google

dem Leipziger Meßamt möglich geworden, den Teilnehmerpreis für die von ihm veranstaltete Reise zur Weltausstellung in Chicago erheblich zu senken. Er beträgt jetzt nur noch 1597 RM. Da die Mindestteilnehmerzahl bereits erreicht ist, wird die Reise bestimmt durchgeführt. Die Fahrt beginnt am 26. VI. in Bremen und endet am 27. VII. ebenfalls in Bremen. Prospekte kostenlos durch das Verkehrsbüro des Leipziger Meßamts, Leipzig C 1, Markt 4, sowie durch alle Lloydreisebüros.

Die Weltkraftkonferenz in Skandinavien. — Die Vorbereitungen für die nächste Teiltagung der Weltkraftkonferenz, die Ende Juni d. J. in Skandinavien beginnt und der Energieversorgung der Großindustrie und des Transportwesens gewidmet sein wird, sind in vollem Gange. Die 175 Berichte, die sich mit diesen Fragen befassen, werden bereits vor der Konferenz veröffentlicht und auf der Tagung selbst Gegenstand der fachlichen Beratungen sein, an denen Wissenschaftler, Ingenieure und Angehörige der verschiedensten anderen, an der Energieversorgung interessierten Berufszweige ihre Teilnahme zugesagt haben.

Neben den offiziellen Delegierten, die von den einzelnen Nationalen Komitees der in der Weltkraftkonferenz vereinten Länder benannt werden, sind Regierungsvertreter vieler Staaten von der schwedischen Regierung besonders eingeladen worden. Ferner werden eine Reihe internationaler Körperschaften ihre Vertreter zur Tagung entsenden, so die Vereinigungen der Elektrizitätserzeuger, Gaswerke, Eisenbahnen, Straßenbahnen, Schiffahrt u. a.

Die feierliche Eröffnung der Weltkraft-Teilkonferenz findet zugleich mit derjenigen des Ersten Internationalen Talsperrenkongresses am 28. Juni in der schönen Konzerthalle in Stockholm statt, wobei Seine Königliche Hoheit der Kronprinz von Schweden als Schirmherr der Veranstaltung die Teilnehmer begrüßen wird. Die wissenschaftlichen Beratungen werden im Stockholmer Reichstagsgebäude abgehalten, anschließend sind zahlreiche Besichtigungen von Krafterzeugungsanlagen und namhaften industriellen Betrieben in Schweden, Norwegen und Finnland vorgesehen. Den Auftakt der Tagung bildet ein Besuch Kopenhagens auf Einladung des Dänischen Komitees der Weltkraftkonferenz, das gleichfalls einige technische Vorträge und Besichtigungen veranstaltet.

Energiewirtschaft.

Französische Wasserkraftpolitik. — Gelegentlich der Einweihung des Kraftwerks Kembs ist hier[1] schon auf ernste Bedenken hingewiesen worden, die man in Frankreich gegen den weiteren Ausbau der Rheinwasserkräfte hegt. Sie beruhen teils auf militärischen, teils auf wirtschaftlichen Erwägungen, von denen letztere sich hauptsächlich auf die dem derzeitigen und auch dem in absehbarer Zeit zu erwartenden Bedarf weit vorauseilende Überproduktion an elektrischer Arbeit im Osten des Landes stützen. Auch die die Ausnutzung der Rhonewasserkräfte betreibenden Kreise scheinen sich einer einseitigen Bevorzugung des Oberrheins zu widersetzen. Für sie handelt es sich, wie Dr. E. Schlie kürzlich in der Rhein.-Westfäl. Ztg.[2] des näheren dargelegt hat, um ein bedeutendes Projekt sowohl für die Kanalisierung und Schiffbarmachung wie zur Stromgewinnung, an dem Südfrankreich stark interessiert ist. Auf die auch die Schweiz zur Mitarbeit heranziehende, sehr weitgehende verkehrstechnische Seite des Plans, der u. a. eine Verwertung des Genfer Sees als Staubecken vorsehen soll, kann hier nicht eingegangen werden, elektrizitätswirtschaftlich ist beachtlich, daß man sich nach der genannten Quelle von der französischen Rhonestrecke rd. 5 Mrd kWh Jahresausbeute verspricht und überdies für das untere Rhonetal eine großzügige Bewässerungsanlage mit elektrischen Schöpfwerken ins Auge gefaßt hat. Nicht mehr nur Projekte, sondern bedeutende Ausführungen liegen bereits in dem dritten hydroelektrisch wichtigen und während des Winters besonders wasserreichen Gebiet, dem Zentralmassiv vor, wo an der gefällreichen Truyère das Werk Brommat (0,18 Mill kW) jetzt auch Paris beliefert und Sarrans (0,1 Mill kW) nächstes Jahr in Betrieb kommen soll. *fm.*

[1] ETZ 1932, S. 1131. — [2] 1933, Nr. 40.

AUS LETZTER ZEIT.

Elektrische Eisenbahnen in Deutschland. — Nach dem Geschäftsbericht der Reichsbahn für 1932 wurde Anfang Dezember auf der 40 km langen eingleisigen Nebenbahn Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut der elektrische Zugbetrieb aufgenommen[1]. Die gesamte Streckenlänge der elektrisch betriebenen Bahnlinien erhöhte sich damit auf 1638 km oder etwas mehr als 3 % der gesamten Betriebslänge der Deutschen Reichsbahn. Auf Fernstrecken entfielen davon 1370 km, auf Stadt- und Vorortbahnen, die während 1932 keinen Zuwachs erfuhren, 268 km. Am Jahresende befanden sich rd. 260 km Strecke im Ausbau für elektrische Zugbeförderung.

Elektrisierung der Tauernbahn[2]. — Die Elektrisierung der Tauernbahn ist nunmehr gesichert. Wie bereits feststeht, wird im laufenden Jahre die Elektrisierung der Strecke Mallnitz—St. Veit—Schwarzach durchgeführt und im folgenden Jahre gleich mit der Umstellung der Anschlußbahnen auf elektrischen Betrieb begonnen werden. Die Arbeiten für 1933 werden den vier großen österreichischen Elektrizitätsgesellschaften übertragen werden, von denen bekanntlich zwei Tochtergesellschaften deutsche Elektrounternehmungen sind, während an den beiden übrigen deutsches Kapital maßgebend beteiligt ist.

Kraftwerke Oberhasli. — Im Sommer 1932 wurde der Bau der Talsperren auf der Grimsel beendigt, so daß der Grimselsee bis zum Stauziel gefüllt werden konnte. Am 1. X. erfolgte die behördliche Kollaudation für das Kraftwerk Handeck. Damit ist die erste Bauetappe vollendet. Die nächste Etappe sieht den Ausbau der Gefällstrecke Handeck—Innertkirchen vor. Die Elektrizitätserzeugung des Kraftwerkes Innertkirchen wird jährlich etwa 350 Mill kWh betragen. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen könnte aber eine derartige Arbeitsmenge nur zum kleinsten Teil verwertet werden, weshalb mit dem Weiterbau erst nach einer mehrjährigen Pause begonnen werden soll.

Ausbreitung des Rundfunks in Europa. — Auf der Schlußsitzung der Tagung des Weltrundfunkvereins, die am 13. V. d. J. ihren Abschluß fand, gab der Präsident an, daß die Zunahme der in Europa gemeldeten Empfangsgeräte für das Jahr 1932 rd. 2 Mill betrage, was ein Anwachsen der Hörer um ungefähr 8 Mill bedeute. Diese Hörerzunahme, die in die Krisenzeit entfällt, hat um etwa 2¼ Mill diejenige des Jahres 1929, des letzten Wohlstandsjahres nach dem Kriege, übertroffen.

Der neue Wiener Großsender[3]. — Ende April hat der neue Großrundfunksender Wien mit dem Probebetrieb begonnen; noch im Laufe des Mai soll er endgültig in Betrieb genommen werden. Der neue Sender ist von Telefunken geliefert und auf dem Bisamberg, einem Bergrücken im Norden Wiens, errichtet worden. Er verfügt über eine Leistung bis zu 300 kW und ist besonders für eine in östlicher und südwestlicher Richtung verlaufende Bodenstrahlung eingerichtet. Dazu werden zwei freistehende 130 m hohe Eisengittertürme benutzt, von denen der eine als sog. Reflektorturm 110 m östlich von dem Antennenturm isoliert aufgestellt ist.

Ausbau der Wasserkräfte in Nordamerika. — Nach einer amtlichen Zusammenstellung betrug im Januar 1933 die Gesamtleistungsfähigkeit der Wasserkraftanlagen der V. S. Amerika 15 817 941 PS gegenüber 15 562 941 PS im Januar 1932, so daß die Zunahme im Jahre 1932 sich auf 255 000 PS belief. Davon entfallen u. a. auf den Staat Pennsylvania 86 000 PS, Michigan 30 000 PS, Texas 16 000 PS, Washington 42 000 PS, Kalifornien 40 000 PS.

Das Wasserkraftwerk Mandi (Brit. Indien). — Am 10. III. d. J. wurde diese hier[4] bereits erwähnte Anlage durch den Vizekönig in feierlicher Weise in Betrieb gesetzt. Der Bau hat sieben Jahre in Anspruch genommen, und seine Fortführung war während dieser Zeit mehrfach ernstlich in Frage gestellt, da der Bau des rd. 4,4 km langen Stollens durch Erdrutsche erschwert und hauptsächlich aus diesem Grunde die ursprünglich veranschlagten Baukosten sehr erheblich überschritten wurden. Die Rentabilitätsrechnung gründet sich zum großen Teil auf die Stromlieferung an noch zu errichtende industrielle Anlagen und sieht für die ersten 10 ··· 15 Jahre einen Verlust vor. Die Anlage besteht in ihrem ersten Ausbau aus 4 Freistrahlturbinen von je 16 000 PS, 428 U/min, welche

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1183.
[2] ETZ 1933, S. 336.
[3] ETZ 1932, S. 1231; 1933, S. 508.
[4] ETZ 1933, S. 242.

Digitized by Google

ein Gefälle von 550 m verarbeiten und Drehstromgeneratoren von je 12 000 kW, 11 kV, 50 Hz antreiben. Im hydraulischen Teil ist Tagesspeicherung vorgesehen. Das Kraftwerk liegt in einem engen Tal, in 1260 m Höhe ü. M.; für dessen Bau war die Anlage von zwei Hilfskraftwerken mit einer Gesamtleistung von 1500 kW und einer Zufuhrbahn erforderlich. Die Energieverteilung erstreckt sich zunächst über ein Gebiet von rd. 25 000 km², wofür 320 km 132 kV- und 400 km 66 kV-Leitungen errichtet worden sind. Die Gesamtbaukosten werden mit 93 Mill RM[1] angegeben.

[1] 1 £ = 20 RM.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betr. VDE-Veranstaltung 1933.

Gemäß Beschluß des mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusses des VDE in München 1932 und des Vorstandes findet in diesem Jahre keine Jahresversammlung statt. Dafür ist wiederum eine mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestattete Ausschußsitzung für Sonntag, den 11. Juni 1933 in Wiesbaden vorgesehen. Den Ausschußmitgliedern sind genaue Angaben zugegangen.

Berichtigung.

Das Nomogramm der Abb. 3 auf Seite 362 zu § 18 f) in VDE 0370 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö" ist durch nachstehende Abb. 3 zu ersetzen.

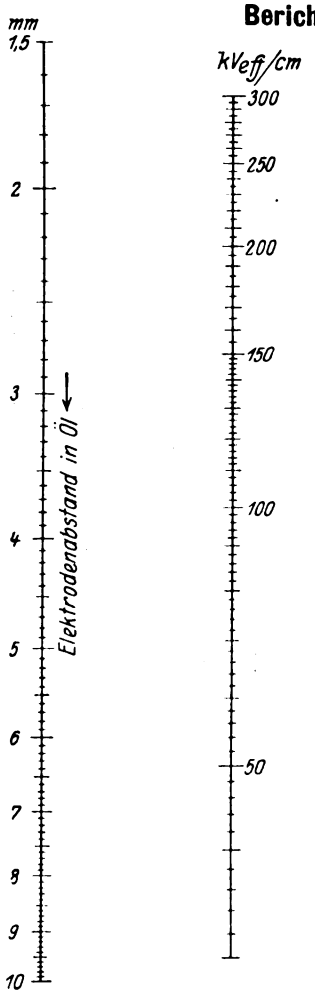


Abb. 3.

Bekanntmachungen.

Kommission für Installationsmaterial.

Auf die Veröffentlichung des Entwurfes zu

Änderungen und Ergänzungen einiger Paragraphen von VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I."

in ETZ 1933, Heft 7, S. 163 sind Einsprüche eingegangen.

Auf Grund dieser Einsprüche werden die Änderungen und Ergänzungen dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschuß in seiner am 11. Juni 1933 in Wiesbaden stattfindenden Sitzung nicht vorgelegt; sie werden für eine Neufassung der K.P.I. zurückgestellt.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte. Kommission für Schaltgeräte.

Die auf S. 245 im Entwurf veröffentlichten Änderungen an VDE 0650/1928

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A."

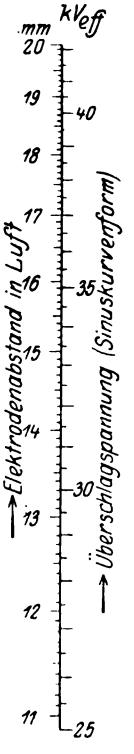
sowie an VDE 0660/1928

„Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S."

sollen in dieser Form der Ausschußsitzung zur Beschlußfassung und Inkraftsetzung ab 1. Januar 1935 (statt wie ursprünglich beabsichtigt 1934) vorgelegt werden, nachdem die hierzu ergangenen Äußerungen nicht die Notwendigkeit zu Änderungen ergeben haben; das gleiche gilt für die Veröffentlichung auf S. 265 betreffend Änderung des Kapitels XII „Widerstandswerkstoffe von Anlassern und Reglern" von VDE 0650/1928 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A.".

Von der Veröffentlichung eines besonderen Schlußentwurfes wird mit Rücksicht auf die Textgleichheit Abstand genommen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.



Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Betr.: Installations-Selbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter der Firma Lindner & Co., Elektrotechnische Spezialfabrik, Jecha-Sondershausen, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 0640/1930):

Installations-Selbstschalter in Sockelform, mit rückwärtigem Bolzenanschluß, für 10 A und 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung (Ursprungszeichen LIS), mit thermischer, elektromagnetischer und Freiauslöseeinrichtung.

Prüfzeit: März/Mai 1933.

Für Installations-Selbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installations-Selbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten

Digitized by Google

Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein zu Aachen. 9. VI. 1933, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Elektrot. Inst. der T. H., Schinkelstraße: Vortrag Dr. A. Hofmann, „Concordia" Hochleistungsflüssigkeitsunterbrecher".

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin.

a) 10. u. 11. VI. 1933, Kroll's Festsäle zu Berlin: 22. Hauptversammlung mit 6 Vorträgen.

b) 12. u. 13. VI. 1933, Technische Hochschule Berlin: Metallgießereitechnische Hochschulvorträge mit Vorführung eines Spritzguß-Films, veranstaltet in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin, der Dt. Ges. f. Metallkunde u. d. Gesamtverband Dt. Metallgießereien.

Teilnehmerkarten für Mitglieder zu 6 RM, für Nichtmitglieder zu 12 RM sind bei der Geschäftstelle des Vereins, Berlin NW 7, Friedrichstr. 100, erhältlich.

Eisenhüttenmännisches Institut der T. H. Berlin und Verein deutscher Gießereifachleute. 12. u. 13. VI. 1933: Hochschulvorträge über Röntgentechnik im Gießereibetrieb mit anschl. Colloquium und Demonstrationen im Röntgenlaboratorium des Eisenhüttenmänn. Inst. der T. H. Teilnehmerkarten für Mitglieder des Vereins dt. Gießereifachleute zu 7,50 RM, für Nichtmitglieder zu 10 RM, sind in der Geschäftsstelle des Vereins, Berlin NW 7, Friedrichstraße 100, erhältlich.

Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V., Frankfurt a. M. Der Verbandstag findet am 17 VI. 1933 in Frankfurt a. M., gr. Saal des Palmengartens, statt, nicht, wie in Heft 20 mitgeteilt, vom 25 bis 27. V. 1933 in Dresden. Näheres durch die Geschäftstelle: Frankfurt a. M., Scheffelstr. 1.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Froschbeinwicklung.

In dem Aufsatz in der ETZ 1931, S. 995, Zweifach-Froschbeinwicklung Abb. 7, in welchem die Zahlen der Nutenzahl $N = 18$, der Kollektorlamellen $K = 18$ und der Pole $2p = 4$, wurden von Herrn Dr. SEQUENZ die Nutenschritte für die Schleifen- und Wellenwicklung $Y_{ns} = Y_{nw} = 4$ (beide Nutenschritte um eine ½ Nute verkürzt) genommen und in der Abb. 8 mit $N = 20$, $K = 20$, $2p = 4$, Y_{ns} und Y_{nw} gleich 6 (beide Nutenschritte um eine ganze Nute verlängert). Die Wahl der Nutenschritte ist m. E. unrichtig. Die Nutenschritte müssen folgender Gleichung entsprechen:

$$Y_{ns} + Y_{nw} = \frac{N}{p},$$

d. h. daß die Summe der Nutenschritte der Schleifen- und Wellenwicklung gleich ist der Zahl der Nuten auf ein Polpaar. Daraus folgt, daß in Abb. 7, wenn $Y_{ns} = 4$, $Y_{nw} = 5$ sein muß, in Abb. 8 dagegen $Y_{ns} = 4$, wenn $Y_{nw} = 6$ ist. Herr SEQUENZ hat in seiner Arbeit das oben angeführte Grundgesetz in bezug auf die Nutenschritte der Froschbeinwicklung nicht entwickelt, was die Fehlerhaftigkeit seiner Schema nach sich zog. Der Schreiber dieser Zeilen führte in der Elektromechanischen Fabrik in Charkow UdSSR einen Versuch an einer Gleichstrommaschine von 44 kW, 115 V, 750 U/min, 4 Polen, 58 Nuten, 174 Kommutatorlamellen bei $Y_{ns} = Y_{nw} = 14$ aus. Sogar bei Leerlauf und bei abgehobenen Bürsten erwärmte sich die Ankerwicklung nach Verlauf von 20 min dermaßen, daß sie rauchte und ausgeschaltet werden mußte. Als die Maschine umgewickelt wurde mit $Y_{ns} = 14$ und $Y_{nw} = 15$ arbeitete dieselbe vollkommen normal.

Charkow, 14. VII. 1932 A. Lewitus.

Auf S. 996, 12. Zeile von unten, behauptet Herr Dr. SEQUENZ: „Es muß also gelten $y_{1S} = y_{1W}$ . . . ."

Dies ist m. E. nicht richtig. Die Bedingung für die Latoursche (Froschbein-) Wicklung muß vielmehr lauten: Sollen eine Schleifenspule und eine Wellenspule in Reihenschaltung eine Ausgleichsverbindung ersetzen, so muß der mit dem Stromkreise, welcher von der Schleife und Welle und der gedachten Verbindung der äquipotentialen Lamellen gebildet wird, verkettete Leerlaufffluß Null sein.

Abb. 1 stellt ein Beispiel für eine ungerade Nutzahl je Polpaar (9 Nuten je Polpaar), Abb. 2 ein Beispiel für eine gerade Nutzahl je Polpaar dar (10 Nuten je Polpaar). Im ersten Falle muß $\eta_{1S} + \eta_{1W} = \frac{N}{p}$ betragen, im zweiten Falle genügt, wenn $\eta_{1S} = \eta_{1W}$ ist (bei vollem Schritt $\eta_{1S} = \eta_{1W} = \frac{N}{2p}$ ist auch $\eta_{1S} + \eta_{1W} = \frac{N}{p}$); hierbei ist η_{1S}, η_{1W} die Spulenweite der Schleifen- resp. Wellenspule in Nutteilungen, N die Nutzahl, p die Polpaarzahl. In beiden Fällen müssen außerdem die Mittellinien der beiden Spulen genau um eine Polteilung voneinander entfernt sein.

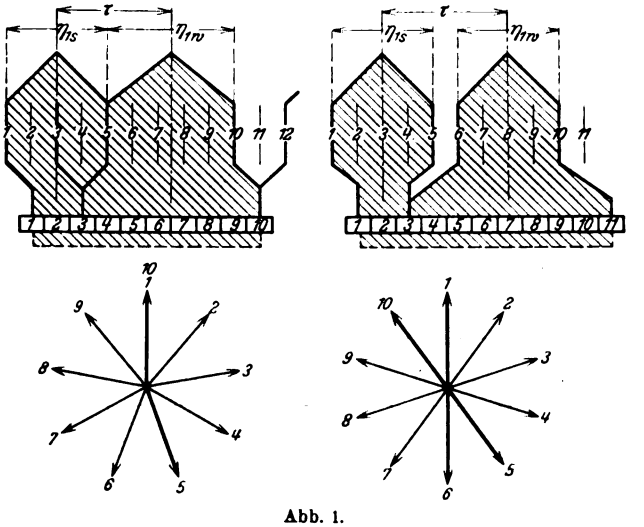


Abb. 1.

Die Abb. 7 und 8 der Arbeit SEQUENZ genügen den hier abgeleiteten Bedingungen nicht (in Abb. 7 ist $\eta_{1S} = \eta_{1W} = 4$ statt $\eta_{1S} = 4$, $\eta_{1W} = 5$; in Abb. 8 ist zwar $\eta_{1S} = \eta_{1W} = 6$, aber die Spulen sind um 6 Nutteilungen entfernt, obwohl die Polteilung bloß 5 Nutteilungen beträgt). Es fließen in der Wicklung auch bei symmetrischem Felde — also unerwünschte — Ausgleichströme. Die Abb. 1 und 2 stellen richtige Entwürfe für obige Verhältnisse dar.

Es sei bemerkt, daß, wenn man die Wicklung in Abb. 1 von der dem Stromwender abgekehrten Seite ansieht, beide Wicklungen gleiche Weite haben $\eta_{2S} = \eta_{2W} = 2$, man kann die Wicklungen deshalb mit dieser Spulenweite als normale Wicklung ausführen und die Stromwenderfahnen auf die nicht unterbrochenen Wickelköpfe anlöten (oder anschweißen) und die Schaltung an dem dem Kommutator abgewandten Ende ausführen!

Prag, 9. IX. 1932. Dr.-Ing. W. Kauders.

Erwiderung:

Selbstverständlich kann meine Forderung nach gleicher Spulenweite bei den Schleifen und Wellen der Froschbeinwicklung im allgemeinen nur für Durchmesserspulen gelten, was bei der Zusammenstellung der Abb. 7 und 8 aber leider übersehen wurde. Ich bin den beiden Herren Einsendern dafür dankbar, daß sie diese Lücke in meinen Ausführungen füllen. Die Formel, die Herr LEWITUS für den Zusammenhang der Spulenweiten y_{1S} und y_{1W} in seinem Briefe angibt, ist ja aus der Theorie der Ausgleichsverbindungen bekannt. Doch berücksichtigt auch sie wieder nur Sonderfälle, wie aus der Zuschrift des Herrn KAUDERS und aus seiner Abb. 2 zu ersehen ist.

Allgemein kann die Regel, nach der die Weiten der Schleifen- und Wellenwicklungspulen zu wählen sind, wohl nur so ausgesprochen werden, wie ich sie einerseits in meiner Arbeit andeutete und wie sie anderseits Herr KAUDERS in seinem Briefe betonte: In der aus einer Schleifen- und Wellenwicklungspule bestehenden Spulengruppe, die eine Ausgleichsverbindung ersetzen soll, müssen die Leerlaufspannungen einander aufheben.

Wien, 20. IX. 1932. Prof. Ing. Dr. H. Sequenz.

Digitized by Google

LITERATUR.

Besprechungen.

Meßentladungsstrecken (Ionenstrecken). Von Dr.-Ing. S. Franck. Mit 183 Abb. i. Text, VIII u. 192 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 18,50 RM, geb. 19,50 RM.

Der durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der Meßfunkenstrecken wohlbekannte Verfasser unternimmt es, einen möglichst vollständigen Überblick über gbräuchliche Meßanordnungen und -methoden zu geben, die auf Gasentladungen beruhen. Die Gliederung des Stoffes nimmt er nach dem Charakter der Entladungen vor, die für die Messung verwandt werden sollen, nachdem er in der Einleitung die Grundgesetzte behandelt hat, die für die Entladestrecken maßgebend sind. Zunächst werden die raumladungfreien Entladestrecken behandelt, wobei die Feststellung der Anfangspannung unter Vernachlässigung der geringen, für den Zündvorgang erforderlichen Spannungsänderung, wenigstens für den stationären Fall, als Ziel gesetzt wird. Im Anschluß an die theoretischen Erörterungen folgen die Anwendungen. Der zweite Abschnitt befaßt sich mit den raumladungbeschwerten Entladestrecken, bei denen die Raumladungen den ausschlaggebenden Einfluß ausüben. Dabei stehen die Glimmentladungen bei niederen Drücken und die Entladungen bei den Grenzspannungen im Vordergrund. Auch hier sind dann jeweils die Anwendungen beschrieben.

Dankenswerter Weise hat der Verfasser eine bestehende Lücke ausgefüllt, als er mit dem Buch einen Überblick über die Anwendbarkeit der Gasentladung für Meßzwecke schuf. Bei der in der letzten Zeit etwas kritischer gewordenen Einstellung des Ingenieurs und Physikers gegenüber der Brauchbarkeit der Entladungserscheinungen für Meßzwecke ist gerade die zusammenfassende Behandlung der theoretischen Grundlagen der einzelnen auf Gasentladungen beruhenden Meßeinrichtungen sehr zu begrüßen. Vom Standpunkt des Laboratoriumsingenieurs und -physikers wäre es vielleicht wünschenswert, bei einer Neuauflage neben der Behandlung der Entladestrecken nach ihren physikalischen Gesetzen auch, etwa in einem zweiten Hauptteil, die Eignung der einzelnen Entladestrecken von den Anforderungen aus zu betrachten, die man an ein derartiges Meßgerät stellen muß. Dann würde der Theoretiker eine Übersicht nach den Gesetzen finden, die hierbei eine Rolle spielen, der Praktiker eine solche über die Eignung der einzelnen Entladungstrecken für einen bestimmten ihm vorschwebenden Fall. Dieser Wunsch ist leicht durch Herauslösen der jetzt im Text verstreuten Beschreibung und Bewertung der Meßapparate und ihre Gruppierung nach der Eignung für die einzelnen Messungen zu erfüllen. Harald Müller.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Produktion der polnischen Elektroindustrie 1932. — Nach Angaben der amtlichen polnischen Statistik hat die Erzeugung der elektrotechnischen Industrie Polens und deren verwandte Zweige (Radioindustrie usw.) in den letzten Jahren keine einheitliche Entwicklung genommen. In fast allen Warengruppen der Elektrobranche sind unter dem Einfluß der scharfen Krise, die das ganze Wirtschaftsleben des Landes beherrscht, Stockungen in der Erzeugung und im Absatz eingetreten, die sich deutlich in der Produktions- und Absatzstatistik widerspiegeln. Vielfach weisen die Produktionsziffern Rückgänge von ⅔ bis ¾ des Standes von 1930 auf. Nur wenige Zweige der polnischen Elektroindustrie konnten ihren Produktionsstand von 1930 bzw. 1931 behaupten. Über die Entwicklung der Erzeugung und des Absatzes der wichtigsten Elektroartikel gewährt nachstehende Zahlentafel 1 einen Überblick (Mengen in t, Wert in 1000 RM).

Zahlentafel 1.

	1930 in		1931 in		1932 in	
	1000 t	1000 RM	1000 t	1000 RM	1000 t	1000 RM
Erzeugung						
Elektrische Maschinen	1 026	3 390	679	1 920	293	1 030
Transformatoren	403	900	119	330	133	360
Akkumulatoren u. Teile	—	2 560	850	1 300	1 072	2 100
Trockenbatterien u. Teile	—	2 400	1 548	2 410	759	930
Stromverteiler	70	120	82	280	40	160
Sicherungen, kleine Elektroarmaturen etc.	—	2 100	851	1 600	383	1 100
Elektrische Zähler	—	—	—	—	71	510
Isolationsröhren	—	1 000	896	820	799	650
Elektr. hauswirtsch. Geräte	69	230	89	200	68	240
Elektromedizinische Geräte	—	47	3	50	2	50
Fernsprechapparate	235	2 900	146	2 700	80	1 900
Fernsprechhilfsgerät	19	400	52	800	44	700
Elektr. Birnen (Stck.)	5 225 570	5 400	4 878 868	3 500	4 688 581	4 490
Blanke Leitungen	851	1 600	619	1 200	787	1 400
Isolierte Leit. ohne Bleimantel	—	3 630	852	2 500	988	2 950
Leitungen mit Bleimantel	—	10 900	3 555	11 400	1 657	3 600
Rundfunkgerät in Stück						
Detektoren	11 581	115	50 960	750	6 853	100
Röhrenapparate	6 753	900	10 337	820	8 946	900
Kondensatoren	144 919	200	205 996	230	192 886	210
Transformatoren	22 733	115	19 548	130	26 056	155
Absatz						
Elektrische Maschinen	955	3 196	682	1 790	363	1 236
Transformatoren	396	850	121	362	139	376
Akkumulatoren u. Teile	—	2 444	613	1 160	783	1 413
Trockenbatterien u. Teile	—	2 350	1 482	2 630	763	950
Stromverteiler	69	117	81	292	39	160
Sicherungen, kleine Elektroarmaturen etc.	—	2 115	384	1 716	392	1 130
Elektrische Zähler	—	—	—	—	71	510
Isolationsröhren	—	940	1 034	1 222	638	536
Elektr. hauswirtschaftl. Geräte	53	193	114	261	68	254
Elektromedizinische Geräte	—	47	3	66	7	225
Fernsprechapparate	210	2 887	146	2 680	75	1 940
Fernsprechhilfsgerät	15	308	21	115	40	590
Elektr. Birnen (Stck.)	5 526 707	5 340	5 487 752	4 030	4 383 005	4 048
Blanke Leitungen	895	1 880	810	870	784	686
Isolierte Leitungen ohne Bleimantel	4 511	9 500	3 271	8 370	1 677	3 615
Rundfunkgerät in Stck.						
Detektoren	14 972	129	49 341	728	16 539	230
Röhrenapparate	8 355	846	13 556	1 000	9 311	800
Kondensatoren	136 346	194	213 163	235	196 752	207
Transformatoren	20 829	98	20 079	133	26 100	155

[1] 1 RM = 2,13 Zloty. *Dr. P.*

Berichtigung.

In dem Rundschau-Bericht „Der elektrische Schiffsantrieb" auf S. 429 der ETZ d. J. ist folgendes zu berichtigen:

1. Linke Spalte, Z. 9 u. 10: Das U-Boots-Hebeschiff „Vulkan" wurde bereits 1907 erbaut.
2. Rechte Spalte, letzter Absatz, Z. 4: Das Panzerschiff „Deutschland" hat eine Antriebsleistung von etwa 50 000 PS.

Abschluß des Heftes: 26. Mai 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

AEG-Einheits-Isolator für Straßen-, Klein-, Werk- und Grubenbahnfahrleitungen.

Mitteilung der AEG.

Bei Fahrleitungen für Straßen-, Gruben- und Werkbahnen sind zum Befestigen und Abfangen des Fahrdrahtes zahlreiche Ausführungsformen entwickelt worden, wie Fahrdrahthalter für gerade Strecke und Kurven, Isolatoren zum Abfangen der Querdrähte (Sattelisolatoren, Schnallenisolatoren) und des Fahrdrahtes, sowie Isolatoren für Speiseleitungen und dritte

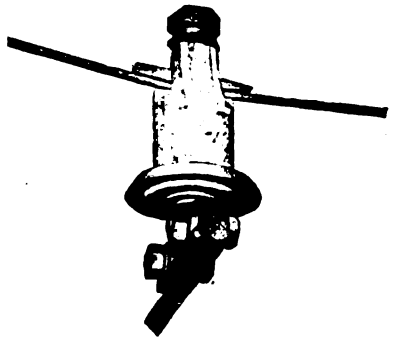


Abb. 1. Tenacit-Einheitsisolator als Fahrdrahthalter in gerader Strecke.

Schiene. Um die Lagerhaltung zu vereinfachen hat die AEG einen Einheitsisolator entwickelt, der für alle Fahrleitungszwecke zu verwenden ist*).

Da nach den „Vorschriften für elektrische Bahnen 1932" Preßisolation nur bis 1000 V zugelassen wird, ist der Einheitsisolator für Betriebspannungen bis 1000 V aus Tenacit (Abb. 1) und für Betriebspannungen bis 1500 V mit keramischer Isolation ausgeführt (Abb. 2). Für Spannungen bis 3000 V erhält der Isolator einen breiteren Schirm.

Bei dem Einheitsisolator ist der Isolierkörper in die Glocke eingekittet. Der zur Aufnahme der Fahrdrahtklemme notwendige Bolzen wird in den Isolierkörper eingebleit oder eingepreßt. Der Isolator ist so durchgebildet, daß er Züge in Bolzenrichtung von 1000 kg bei 3,5facher Sicherheit, senkrecht zur Bolzenrichtung von 250 kg bei 3,5facher Sicherheit aushält. Dies ermöglicht die vielseitige Verwendbarkeit des Isolators.

Abb. 1 zeigt den Isolator als Fahrdrahthalter für gerade Strecke und für Krümmungen bis etwa 500 m.

*) Näheres s. AEG-Druckschrift Bper 1570.

Der Querdraht ist in den Schlitz des Ansatzes der Kappe gelegt und durch Druckstück und Schrauben befestigt. Der Ansatz dient gleichzeitig zur Aufnahme des Trägers für Telefonschutz (Abb. 3).

Soll der Einheitsisolator als Fahrdrahthalter in Krümmungen verwendet werden, so wird wieder der Spanndraht in den Schlitz des oberen Endes der Isolator-

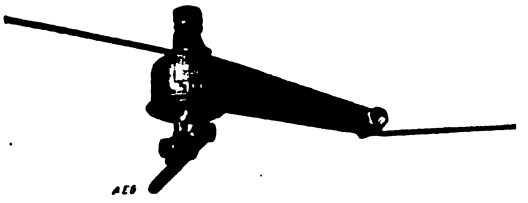


Abb. 2. Keramischer Einheitsisolator (kleiner Schirm) als Fahrdrahthalter in der Krümmung.

kappe gebettet (Abb. 2). Sodann werden zwei Kurvenarme, die je nach Wunsch des Bestellers aus 4 mm starken Blechen oder aus Temperguß hergestellt sind, seitlich an den Halter zwischen die beiden Neigungsrippen gelegt und gegen Herausfallen durch Splinte gesichert. Der Spanndraht wird nun unter den Bolzen des Kurvenarmes gelegt und sowohl mit der Druckschraube

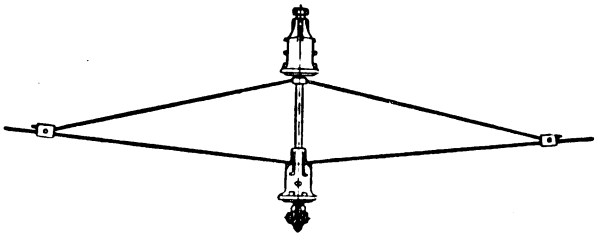


Abb. 3. Einheitsisolator als Halter für Telefonschutz.

im Halter als mit der Schraube im Kurvenarm festgeklemmt. Dieser ist etwas gebogen, so daß er beim Anlegen an die Isolatorglocke vier verschiedene Stellungen einnehmen kann. Hierdurch läßt sich der Fahrdrahthalter so einregeln, daß die Achse des Isolators bei den verschiedenen Krümmungsradien und bei einer oder mehr Fahrleitungen praktisch immer senkrecht steht.

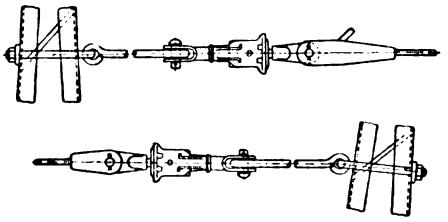


Abb. 4. Einheitsisolator als Abspanner.

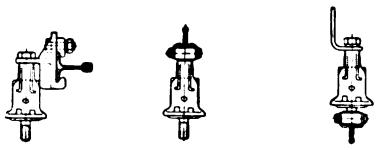


Abb. 5. Einheitsisolator als Stromschienenträger.

Wegen seiner guten mechanischen Durchbildung eignet sich der Einheitsisolator auch als Abspanner für Querdrähte (Abb. 4), für Speiseleitungsträger, als Halter unter Brücken und als Stromschienenträger (Abb. 5). Der AEG-Einheitsisolator ersetzt demnach die vielen verschiedenen für die Fahrdrahtbefestigung und -abspannung bisher verwendeten Isolierteile und senkt dadurch Anlage- und Betriebskosten der Fahrleitung.

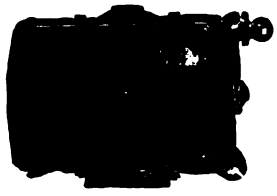
Digitized by Google

Gußgekapselte Anlasser mit Netzabschaltung für Gleich- und Drehstrom

Sterndreieckschalter 10–1000 Amp. mit Sprungschaltung

Anlaß-Wende-Regulierkontroller Fußtrittschalter usw.

Kippschalter 3polig



SPOHN & BURKHARDT

BLAUBEUREN

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK

Quecksilber-Schaltröhren

Der wissenschaftlich arbeitende Elektrotechniker liest neben der ETZ das Archiv für Elektrotechnik

Qualität ISRING HAUSEN ist Sparsam D.R.W.Z.

Spezial-Federn aus **Beryllium - Bronze-** Legierungen.

Stahlfedern für alle Verwendungszwecke.

Gebr. Isringhausen G. m. b. H. Bielefeld.

Scheinwerfer und sämtliche Bühnenbeleuchtungsapparate

Emil Niethammer Stuttgart-W

Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Lehrgang für Elektro-Installateure. Herausg. v. Deutschen Ausschuß f. techn. Schulwesen E. V. 3. Teil mit zahlr. Abb. u. 57 S. Teil 1, 3. Aufl. mit zahlr. Abb. u. 68 S. in 8°. Zu bez. dch. den Herausg., Berlin W 35, Potsdamer Str. 119 b. Preis kart. je Band 2,50 RM, zus. 4,50 RM.

Millenet's Patent-Tabelle (Wandkarte). 17. Aufl. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis 5,40 RM.

Listen und Drucksachen.

Paul K. L. Möbius Apparatebau, Ilmenau i. Th. Fabrikations- und Betriebsmaterial für die Neon-Leuchtröhren-Industrie.

[Der Katalog enthält eine Zusammenstellung alles dessen, was bei der Herstellung und zum Betrieb von Leuchtröhren nötig ist, u. zw. wird auf die Erzeugnisse folgender Firmen verwiesen:

E. Seybolds Nachf. AG., Köln-Bayenthal: Pumpen;
Elektromotoren-Werke Kaiser, Berlin-Tempelhof: Einankerumformer;
Wenninger Elektroschweißmaschinen-Werk K.-G., München: Punktschweißmaschinen;
Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M.: Strom- und Spannungsmesser;
Carl Zeiß, Jena: Hand-Spektroskope u. Photometer;
Paul Jordan, Elektrotechn. Fabrik, Berlin-Steglitz: Leitungen u. Zubehör;
Heinrich Lahr, Fabrik f. gasfreie Spezialdrähte u. -bleche, Mainz-Kastel: Eisen-Nickel-Platinbleche u. -drähte, Kupfermanteldraht;
Hanff & Buest, Berlin: Vakuum-Meßgeräte u. -Ventile, Laboratoriumsapparate;
Askania-Werke AG., Berlin-Friedenau: Glasspannungsprüfer;
Transformatoren- u. Apparatefabr. Nürnberg Hans Magnus, Nürnberg: Transformatoren;
Bornkessel Brenner u. Glasmaschinen G. m. b. H. Berlin: Präzisions-Hochdruckgebläse, Gaserzeuger, Gebläselampen, Brenner;
Gladitz G. m. b. H. Berlin: Elektroden, Maschinen für Leuchtröhrenbearbeitung;
Calora, Fabrik für elektr. Wärme-Apparate G. m. b. H., Berlin-Tempelhof: Schaltuhren, Kontaktwerke;
Elektrizitäts-AG. Hydrawerk, Berlin: Kondensatoren;
Henkel & Cie AG., Düsseldorf: Ölkühlerreinigung;
Carl Schleicher & Schüll, Düren: Filtrierpapier u. Filter;
Otto Preßler, Leipzig: Spannungsprüfer;
Ambeg Automatische Maschinen zur Bearbeitung des Glases, Berlin;
Dr. Th. Wieland, Pforzheim: Silberlote;
Vakumtechnisches Laboratorium Ziviling. Möbius, Ilmenau: Fachschule f. d. Gesamtstudium d. Vakuumindustrie. Ingenieurbüro u. Apparatebau.]

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 8. Juni 1933** **Heft 23**

Isolierstoffe und deren Anwendung.

Zur Einführung.

Von **E. Orlich**, Charlottenburg.

Vor rund drei Jahrzehnten standen dem Elektrotechniker nur wenige Isolierstoffe zu Gebote. Man fragte in der Regel nur nach ihren elektrischen Eigenschaften und war sich über die zu stellenden Forderungen recht wenig klar. Im großen und ganzen waren es vier Umstände, die hier einen gründlichen Wandel brachten:

1. Die wachsenden Leistungen von Maschinen und Transformatoren brachten die Frage nach dem Verhalten der Isolierstoffe bei erhöhter Temperatur. Es ist noch heute so, daß die Leistungsfähigkeit unserer Maschinen letzten Endes entscheidend durch die verhältnismäßig niedrigen Temperaturen begrenzt ist, die die meisten aus organischen Stoffen bestehenden Isolierstoffe aushalten.

2. Die Entwicklung der Hochspannungstechnik. Die Isolierstofftechnik wurde dadurch vor ganz neue Aufgaben gestellt. Man erkannte bald, daß die Konstruktion eines Hochspannungsapparates in seiner Größe und Form ganz entscheidend durch die Eigenschaften der Isolierstoffe beeinflußt wurde.

3. Die Entwicklung der Hochfrequenztechnik. Denn man entdeckte, daß ein Stoff bei Hochfrequenz Eigenschaften zeigt, auf die man früher gar nicht geachtet hatte.

4. Die Entwicklung des Apparatebaues und der Installationstechnik, durch die die schwere Aufgabe gestellt wurde, auch dem Laien absolut zuverlässige und sichere Apparate in die Hände zu geben.

Als der VDE im Jahre 1910 sich entschloß, eine Kommission für Isolierstoffe einzusetzen, stand diese einer wahrhaft ungeheuer großen Aufgabe gegenüber; sie hat in den letzten beiden Jahrzehnten eine große Arbeit geleistet, die höchste Anerkennung verdient, hauptsächlich dadurch, daß sie durch ihre Arbeiten die Herstellung der Isolierstoffe in die richtigen Bahnen geleitet hat und viele erst darauf aufmerksam gemacht hat, worauf es eigentlich ankommt. Der Erfolg, der sich in der wesentlichen Verbesserung unserer Isolierstoffe zeigt, ist groß und der Vorteil für den Konstrukteur nicht hoch genug anzuschlagen; aber auch darüber ist man vollständig im klaren, daß auch heute noch ein weiter Weg vor uns liegt, der uns noch viel Arbeit und Kopfzerbrechen machen wird.

Das erste, was vor zwanzig Jahren in Angriff genommen werden mußte, war, sich zu überlegen, auf welche physikalischen und technischen Eigenschaften hin denn Isolierstoffe untersucht werden müßten. Man hatte ursprünglich die elektrischen Eigenschaften viel zu sehr in den Vordergrund geschoben; demgegenüber betonte man jetzt die nicht hoch genug einzuschätzende Wichtigkeit der mechanisch und thermisch technologischen Eigenschaften und legte dafür Prüfmethoden fest. Was z. B. mechanisch heutzutage erreichbar ist, war vor ein paar Jahren drastisch auf der Leipziger Messe zu sehen, wo man an eine Kette aus Porzellanisolatoren einen Eisenbahnwagen gehängt hatte. Noch viel größere Sorgen machten die thermischen Eigenschaften; sie sind noch heute keineswegs behoben und haben sich, z. B. bei der stärkeren Einführung der elektrischen Koch- und Heiztechnik im Haushalt, erneut bemerkbar gemacht. Man unterscheidet heutzutage „Wärmesicherheit“ und „Wärmebeständigkeit“ und die größten Sorgenkinder „die Glut- und die Lichtbogensicherheit“[1].

Daneben wurde man auf die „dielektrischen Verluste“ aufmerksam, die für die Bewertung eines Isolierstoffes vielleicht eine noch größere Bedeutung haben, als man ihnen heute zugesteht. Dazu kommen die wichtigen Eigenschaften der Durchschlagspannung, der Oberflächenleitung, der Feuchtigkeitsaufnahme und das Verhalten gegen allerlei chemische Einflüsse. Dagegen ist eine Eigenschaft, auf die man im Anfang den größten Wert gelegt hat, infolge der heutigen Herstellungsverfahren vollständig verschwunden: die mechanische Bearbeitbarkeit.

Nun genügen aber die an Probestücken gemachten Messungen noch nicht für die Beantwortung der Frage, ob und wie ein Material anzuwenden ist. Denn die Eigenschaften des Materials können namentlich mit Hinsicht auf Festigkeit bei der mehr oder weniger komplizierten Formengebung in einer Konstruktion ganz andere werden. Es erhebt sich also die Forderung der „Prüfung am fertigen Stück“; wenn auch schon eine ganze Reihe von Versuchen auf diesem Gebiet vorliegt, so wird bei der Schwierigkeit und Mannigfaltigkeit der Aufgaben noch viel zu tun übrig sein. Es kann eben nicht jedes Material in jede beliebige Konstruktionsform gebracht werden, ohne daß es unter Umständen einzelne seiner besten Eigenschaften einbüßt.

Der zweite Fragenkomplex ist die Klassifikation der Stoffe; man unterscheidet heutzutage:

a) Die natürlichen Stoffe, wie Asbest, Glimmer, Marmor. Sie haben in dieser unverfälschten Form an Bedeutung stark verloren.

b) Die gummihaltigen Stoffe. Einst die gesuchtesten, finden sie heute trotz aller z. T. erfolgreichen Bemühungen, ihre bekannten Fehler zu überwinden, nur noch eine begrenzte Anwendung.

c) Gummifreie Preßstoffe. Auf diesem Gebiete sind die entscheidendsten Erfolge zu verzeichnen. Durch Art der Zusammensetzung, verschiedene thermische und mechanische Behandlung bei der Herstellung kann man heutzutage ganz ausgezeichnete Stoffe mit im voraus vorgeschriebenen Eigenschaften herstellen, u. zw. — was sehr wesentlich ist — in gut reproduzierbarer Weise. Die Erfindung des Bakelits hat hier als Grundstoff für alle möglichen Preßstoffe eine entscheidende Rolle gespielt.

Die vorzüglichen Festigkeitseigenschaften und die Widerstandsfähigkeit gegen alle möglichen Einflüsse haben diesen Stoffen ein sehr großes Anwendungsgebiet erobert. Forderungen, die in der Elektrotechnik schon vor Jahrzehnten erhoben sind, sind jetzt verwirklicht worden. Es sei nur erwähnt die Verwendung der Preßstoffe für Kappen und Abdeckungen aller Art an Apparaten, mit denen das Laienpublikum täglich zu tun hat, wie Kappen für Drehschalter, Zählergehäuse und Meßapparate aller Art, Radioapparate u. a. m. Darüber hinaus haben aber die ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften dazu geführt, daß diese Stoffe auch für gänzlich unelektrisches Gerät, namentlich Haushaltsgerät, wie unzer-

[1] Vgl. VDE-Fachberichte 1931, S. 142···144.

Digitized by Google

brechbares Geschirr usw., eine außerordentliche Verbreitung gefunden haben. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt es, daß die vorzügliche Festigkeit und Formbarkeit sowie die Möglichkeit der Herstellung in den verschiedensten Farben das Interesse von Künstlern erweckt hat; es sind zahlreiche wirklich schöne Formen entstanden, ein Beweis für den leider oft vernachlässigten Satz, daß das Zweckmäßige der Technik sehr wohl mit Schönheit der Form vereinbar ist.

d) Die geschichteten Stoffe, in denen als Trägerstoff Papier oder Textilien verwandt werden. Dies sind die ausgezeichneten Stoffe der Hochspannungstechnik. Sie haben auch in der Maschinenindustrie, z. B. Novotext für Zahnräder, Eingang gefunden.

e) Keramische Erzeugnisse einschließlich Gläser. Mit diesen Stoffen ist zuerst der große Schritt vorwärts gemacht worden, sie für die Hochspannungstechnik brauchbar zu machen. Wenn sie auch in den Preßstoffen und geschichteten Stoffen einen sehr ernsten Konkurrenten bekommen haben, so sichert ihre Wetterbeständigkeit ihnen noch immer ihren Platz bei der Kraftübertragung.

f) Flüssige Isolierstoffe und plastische Massen. Das wichtigste ist das Öl, das in der Schaltertechnik eine überragende Rolle gespielt hat, das aber anfängt, an sich mehr verbreiteten und billigeren Stoffen zu weichen, dem Druckgas bzw. Wasser.

Und damit kommen wir zu einem hochinteressanten, aber auch überaus schwierigen Kapitel der Isolierstofftechnik, der wissenschaftlich-theoretischen Behandlung. Man hat sich die Frage vorgelegt, wie man sich auf Grund der Elektronentheorie das z. T. rätselhafte Verhalten der Isolierstoffe zu erklären hat. Ausgehend von den gasförmigen Stoffen ist man zu der Untersuchung des Mechanismus des Durchschlages von flüssigen und festen Körpern fortgeschritten. Wichtige Erkenntnisse sind zutage gefördert, und, wenn auch noch längst nicht die Theorie mit der Erfahrung restlos stimmt, so scheint man doch auf dem richtigen Wege zu sein, und man kann hoffen, daß diese z. T. noch recht theoretisch anmutenden Untersuchungen in absehbarer Zeit sich auch praktisch auswirken werden.

Einen Isolierstoff, der nach all den vielen Richtungen hin, nach denen heutzutage Isolierstoffe untersucht werden, vorzügliche Eigenschaften besitzt, gibt es nicht und wird es voraussichtlich auch niemals geben. Um so wichtiger ist es, für die verschiedenen Arten von Stoffen Zahlen aufzustellen, die heutzutage für die einzelnen Eigenschaften erreichbar sind. Man hat bereits angefangen, solche Tabellen aufzustellen. Auf der anderen Seite muß berücksichtigt werden, daß, je nach der Verwendungsart, die Güte für die verschiedenen Eigenschaften verschieden sein kann. Für eine Schalterkappe z. B. sind ganz andere Eigenschaften erforderlich als für einen Durchführungsisolator. Auch für die einzelnen Verwendungsarten werden noch einmal Tabellen aufgestellt werden müssen, die dem Konstrukteur einen sicheren Fingerzeig geben, welche Stoffe er für seine Zwecke verwenden darf.

Die Zusammenarbeit der theoretisch-wissenschaftlichen Forschung mit zäher Laboratoriumsarbeit und den praktischen Erfahrungen der Konstrukteure gibt die Zuversicht, daß man auf diesem überaus wichtigen Gebiet jetzt rasch vorwärts kommen wird.

Natürliche Isolierstoffe

(Marmor, Schiefer, Holz, Asbest u. a.).

Von Dr. R. Vieweg und Dr. G. Pfestorf, Berlin.

Zu den natürlichen Isolierstoffen im engeren Sinne gehören Gesteine wie Marmor, Schiefer, Serpentin, Basalt, Asbest, ferner Holz. Andere Naturstoffe pflanzlicher oder tierischer Herkunft wie Erdwachse, Harze, Öle, Gummi, Baumwolle, werden gewöhnlich nicht als natürliche Isolierstoffe bezeichnet. Die Verwendung der Gesteine mit Ausnahme des Asbestes und des Glimmers (der in diesem Heft gesondert behandelt wird, vgl. R. Schroeder, S. 541) hat in den letzten Jahren zugunsten der künstlichen Isolierstoffe abgenommen. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Eigenschaften der in der Natur vorkommenden Stoffe in gewissen Grenzen fest gegeben sind und sich mit erträglichem Aufwand nur wenig steigern lassen, während sich die Kunststoffe als außerordentlich entwicklungsfähig erwiesen haben und allen Sonderanforderungen mit Leichtigkeit angepaßt werden können. Trotzdem haben auch die natürlichen Isolierstoffe noch immer ihre Bedeutung. Es ist auch in der Vereinheitlichung ihrer Prüfung mancher Fortschritt erzielt worden. Außer Bestimmungen des Reichsausschusses für Lieferungsbedingungen (RAL) sind vom VDE Leitsätze für die Prüfung herausgegeben worden, die sich auf natürliche Gesteine (Marmor, Schiefer u. ä.) sowie auf Holz und auf Asbest erstrecken.

Der Stand der Gewinnungs- und Verarbeitungstechnik von Marmor dürfte auch heute noch im wesentlichen dem entsprechen, wie er von K. Geisler im Rahmen einer Vortragsreihe über Isolierstoffe im Elektrotechnischen Verein, Berlin 1920/21, dargestellt worden ist[1]. Die Verwendung von natürlichem Marmor in der Elektrotechnik hat außer durch den Wettbewerb der Preßstoffe durch einen Wandel in der allgemeinen Anschauung über Isolierung und Erdung von Schaltanlagen eine Abnahme erfahren. In vielen Fällen baut man heute statt Marmorschalttafeln geerdete Blechtafeln ein, durch die die wenigen bei den neuzeitlichen Konstruktionen auf der Vorderseite noch bleibenden spannungführenden Teile mit Isolierbuchsen durchgeführt sind. Die Versuche, einen Kunststoff herzustellen, der nach Aussehen und Eigenschaften dem Marmor gleicht, u. zw. so, daß er auch für die Verwendung in der Elektrotechnik in Frage käme, sind zwar in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten fortgesetzt worden, haben aber nur ausnahmsweise zum Ziel geführt. Es werden wohl in Schaltgeräten Kunstmarmor und Kunstschiefer verwandt, es ist aber nicht allgemein gelungen, die für die elektrotechnischen Zwecke wichtige Eigenschaft der Feuchtigkeitsaufnahme bei diesen Kunststoffen genügend zu beherrschen. Selbstverständlich ist der Gebrauch von künstlichem Marmor für Zwecke des allgemeinen Bedarfs hiervon nicht berührt.

Für den Schiefer gilt in gewisser Beziehung ähnliches, obwohl ihm seine Hauptanwendungsgebiete, Grundplatten für Schalter, Regler, Anlasser und ähnliche Apparate, besonders in schwerer Ausführung, im großen und ganzen erhalten geblieben sind. Nach den Errichtungsvorschriften sind die nicht polierten Flächen von Steinplatten (Marmor, Schiefer) durch geeignete Mittel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. In Bergwerken unter Tage sollen Steinplatten nur unter Öl Anwendung finden.

Die VDE-Leitsätze für die Prüfung von natürlichen Gesteinen erstrecken sich auf Marmor, Schiefer und verwandte Gesteine, wie sog. belgischen Granit, Solnhofer Kalkstein u. ä., und sehen Prüfungen auf Biegefestigkeit, Wasseraufnahme, Wärmebeständigkeit (nur für Schiefer) und Widerstand im Innern vor. Die elektrische Prüfung dient dazu, leitende Einschlüsse zu erkennen. Sie wird nach einer Art Stöpselmethode ausgeführt, wobei aus dem Spannungsabfall an einer geeichten Wandleranordnung auf den Widerstandswert geschlossen wird. Bei Schiefer soll der Widerstand zwischen zwei mit Quecksilber gefüllten Löchern von 15 mm Tiefe und 30 mm Abstand mindestens 10 MΩ, bei Marmor mindestens 30 MΩ betragen. Die Prüfung kann heute einfacher durch direkte Strommessung mit Gleichrichter-Meßgeräten ausgeführt werden. Schiefer ist ebenso wie viele andere Isolierstoffe auch röntgenographisch[2] untersucht worden. Spektrogramme ergaben, daß Schiefer zum größten Teil aus Quarz, Korund, Cyanit und Glimmer besteht.

Als ein Gestein, das neuerdings für die Elektrotechnik wieder an Bedeutung zu gewinnen scheint, ist Basalt zu nennen. Er ist ein dichtes Gestein vulkanischen Ursprungs und findet seine Hauptverwendung als Schot-

[1] H. Schering, Isolierstoffe, Verlag Julius Springer, Berlin 1924.

[2] H. V. Anderson u. K. G. Chesley, Sill. J. (5), Bd. 22 S. 103 (1931).

Digitized by Google

ter für Straßen und Eisenbahnen. Im Naturzustand ist Basalt fast unbearbeitbar; für Zwecke der Elektrotechnik wird er bei 1500 ··· 1700 ° C geschmolzen und liefert einen dunklen glasartigen Fluß, der in beliebige Isolatorformen gegossen werden kann. Sein Ausdehnungskoeffizient entspricht annähernd dem des Eisens, so daß sich Eisenteile mit eingießen lassen. Eine wichtige Eigenschaft von Basaltisolatoren besteht darin, daß beim Durchschlag der Funkenkanal wieder zuschmilzt und die elektrische Festigkeit, die ungefähr 40 % der des Porzellans beträgt, nach dem Erkalten praktisch wieder erreicht wird.

Asbest gehört zu denjenigen Isolierstoffen, deren Verwendung in den letzten Jahren zugenommen hat. Sowohl für Schaltanlagen wie auf dem Gebiete der Elektrowärmetechnik werden Asbesterzeugnisse in vielfacher Form verwandt. Für die Lieferung und Prüfung bestehen Leitsätze des VDE, die sich den „Allgemeinen Gütevorschriften und Prüfverfahren für Asbestwaren" des Reichsausschusses für Lieferbedingungen (RAL Nr. 545 A) anschließen. Die Leitsätze umfassen Begriffserklärungen für die Hauptformen, in denen Asbest in der Elektrotechnik zur Verwendung gekommen ist, Asbestmehl, sog. Mikroasbest, Fasern, Vorgespinst, Garne, Kordeln, Bänder, ferner Asbestpappe und Asbestzement bzw. Asbestschiefer. Die Prüfbestimmungen erstrecken sich auf Verunreinigungen, Wassergehalt und Glühverlust. Asbestfasern ziehen stark Feuchtigkeit an. Asbest ist daher bei niedriger Temperatur für sich allein als Isolator nicht verwendbar. Nach den VDE-Bestimmungen ist in allen Fällen, in denen Asbest bei normaler Temperatur benutzt wird, aber eine Isolation erforderlich ist, ein anderer feuchtigkeitsfester Isolierstoff vorzuschalten oder eine Tränkung mit einem geeigneten Imprägniermittel anzuwenden. Auch bei Asbest sind Strukturanalysen[3] mit Röntgenstrahlen durchgeführt worden. Als eine kritische Frage, die bei der Asbestverwendung aufgetaucht ist, scheint neuerdings die Korrosion eine Rolle zu spielen. Es ist jedoch noch ungeklärt, ob beim Asbest allein oder im Zusammenwirken mit anderen Faktoren die Ursache der bekannt gewordenen Korrosionsfälle zu suchen ist. Als Fortschritt in der Herstellungstechnik sei erwähnt, daß man große Tafeln aus imprägniertem Asbestzement z. B. für Schaltwarten in Schiffen anfertigen kann, anderseits aber auch sehr feine Gewebe; selbst ganz feine Drähte von 0,1 mm Dmr. können mit Asbest umsponnen werden.

Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung von Schiefer und Asbest.

		Schiefer %	Asbest %
Quarz	SiO_2	58,2	40,0
Magnesium	MgO	2,2	41,0
Kalk	CaO	2,7	1,0
Aluminiumoxyd	Al_2O_3	21,2	1,0
Ferrooxyd	FeO	2,5	1,5
Ferrioxyd	Fe_2O_3	1,4	—
Kohlendioxyd	CO_2	2,0	—
Kaliumoxyd	K_2O	2,5	—
Natriumoxyd	Na_2O	1,8	—
Wasser	H_2O	3,2	15,5

Zahlentafel 3. Eigenschaften üblicher Asbestsorten.

Bezeichnung	Chrysotil	Crocidolit	Tremolit
Gewöhnl. Name	Serpentinasbest, kanadischer Asbest	blauer oder südafrikan. Asbest	weißer oder italienischer Asbest
Farbe	weiß	lavendelblau	weiß
Länge der Faser in mm	3 ··· 100	3 ··· 75	bis 300
Zugfestigkeit der Faser	sehr gut	mäßig	mäßig
spezifisches Gewicht	2,3	3,2	3,0
Spinneigenschaft	gut	mäßig	mäßig
kritische Temp. (Verlust der mechanisch. Festigkeit)	400°	300°	—
Löslichkeit in Salzsäure	bis zu 65%	bis zu 10%	bis zu 5%
Eisengehalt	gering	bis zu 35%	gering

Die Hauptbedeutung von Holz für die Elektrotechnik liegt nicht in der Verwendung als Isolator sondern als Baustoff. Hier wird es dank seinen guten mechanischen Eigenschaften, seiner relativen Preiswürdigkeit, seiner guten Bearbeitbarkeit und der bequemen Verfügbarkeit in großen Längen weitgehend benutzt. Als eigentlicher Isolierstoff dient es z. B. in Form von hochbeanspruchten Traversen als Abstandhalter für Kontakte in Ölschaltern. Auch bei Holzmasten, die in der Starkstromtechnik noch immer viel verwandt werden, ist nach den Errichtungsvorschriften das Holz in gewissem Sinne als Isolator anzusprechen.

Nicht zu vergessen ist auch die Bedeutung, die das Holz für die Elektrotechnik als Ausgangstoff für andere Isolierstoffe bildet, die keineswegs mehr als natürliche angesprochen werden können. Hier sind Papier, Pappe, Preßspan zu nennen, ferner Holzmehl als Füllstoff für

Zahlentafel 1. Eigenschaften einiger Gesteine.

		Marmor	Schiefer	Basalt	Asbestzementplatten	
Farbe		weiß, graublau, schwarz	grau	schwarzbraun	unimprägniert weißgrau	imprägniert grauschwarz
spezifisches Gewicht		2,5 ··· 2,8	2,7 ... 2,9	2,9 ··· 3,1	1,5	1,7
Ausdehnungskoeffizient		$2{,}6 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$	—	—
Wasseraufnahme nach 24stündig. Liegen im Wasser	%	0,3 ··· 1,0	Glimmerschiefer 0,3	0,01	23	0,2
Ölaufnahme	%	0,35	0,04	—	—	—
Zugfestigkeit	kg/cm²	260	250	600	150 ··· 500	140 ··· 250
Biegefestigkeit	kg/cm²	150 ··· 230	300 ··· 400	—	140 ··· 500	300 ··· 390
Druckfestigkeit	kg/cm²	1100	700 ··· 1100	3000	550	—
Schlagbiegefestigkeit	cmkg/cm²	—	3,6	—	3,2	5,3
elektrische Festigkeit	kV_{eff}/cm	25 ··· 50	2 ··· 3	40	28	20
spezifischer elektrischer Widerstand	$\Omega \cdot cm$	bis $1 \cdot 10^{10}$	bis $1 \cdot 10^{9}$	$1 \cdot 10^{13}$	—	—
Oberflächenwiderstand nach VDE	Vergleichszahl	ital. Marmor 4 deutscher Marmor3 nach Trocknung 5 nach Wäss. 2 ··· 3	1 ··· 2	4 ··· 5	1 ··· 2	3
Dielektrizitätskonstante	ε	8	6 ··· 10	9	—	—
dielektrischer Verlustfaktor	tg δ	$> 5 \cdot 10^{-3}$	—	$20 \cdot 10^{-3}$	—	—
spezifische Wärme		—	0,2	—	—	—
Wirkung von Säuren		stark	—	keine	—	—
Wirkung von Alkalien		—	—	keine	—	—

In der Zahlentafel 1 sind die Eigenschaften von Marmor, Schiefer, Basalt und Asbestzement zusammengestellt. Zahlentafel 2 gibt eine Übersicht der Zusammensetzung gebräuchlicher Schiefer- und Asbestsorten, Zahlentafel 3 eine Übersicht über die Eigenschaften einiger Asbestsorten[4].

[3] Anderson u. Clark, Ind. Engng. Chem. Bd. 21. S. 924 (1929).
[4] Vgl. a. H. Warren, Electrical Insulating Materials, London 1931.

Kunstharzprodukte und schließlich auch die Zelluloseerzeugnisse, die als Azetyl- und Nitrozellulose hochwertige Isolierpreßstoffe ergeben.

Eine Zusammenstellung der physikalischen Eigenschaften einiger wichtiger Holzsorten gibt die Zahlentafel 4. Durch sorgfältige Trocknung und Imprägnierung hat man versucht, die Eigenschaften des Holzes zu verbessern und namentlich den der Verwendung als Isolier-

Zahlentafel 4. Eigenschaften von Hölzern, die in der Elektrotechnik verwandt werden.

Holzart	spez. Gew.	Zugfestigkeit kg/cm²	Druckfestigkeit kg/cm²	Überschlagspannung in kV l. d. Faserrichtung längs einer Strecke von mm			Feuchtigkeitsgehalt %
				250	500	1250	
Esche	0,65 ··· 0,98	bis zu 1200	bis zu 650	—	—	—	—
amerikanische Esche	—	—	—	80	115	—	4
Buchsbaum	0,96 ··· 1,12	bis zu 1400	bis zu 900	—	—	—	—
Ebenholz	0,96 ··· 1,28	„ „ 1300	—	—	—	—	—
Hickory-Nußbaum	0,78 ··· 0,83	„ „ 800	bis zu 670	—	—	—	—
Weißbuche	0,62 ··· 0,82	„ „ 1400	„ „ 600	80	148	—	5
Lignum Vitae	1,1 ··· 1,6	„ „ 830	„ „ 800	—	—	—	—
Ahorn	0,53 ··· 0,80	„ „ 1100	„ „ 750	80	230	320	6
Eiche	0,69 ··· 1,04	„ „ 1300	„ „ 700	—	—	—	—
Teakholz	0,69 ··· 0,72	„ „ 1100	„ „ 850	—	—	—	—

Digitized by Google

stoff am meisten entgegenstehenden Nachteil, den großen Einfluß der Feuchtigkeit, zu verringern. Die Imprägnierung mit Öl hat nicht allgemein zum Ziel geführt, sie setzt die mechanische Festigkeit herab und schließt späteren Lackanstrich aus. Es ist jedoch gelungen, sog. bakelisierte Hölzer herzustellen, die wohl als Fortschritt anzusprechen sind. Die Bakelisierung erfolgt in Verbindung mit dem Sperrverfahren, da so eine völlige Durchtränkung erreicht werden kann. Die Verbesserung der elektrischen Werte geht aus der Zahlentafel 5 hervor. Dabei muß betont werden, daß die mechanische Festigkeit durch die Imprägnierung nicht beeinflußt wird. Die Frage der Imprägnierung ist auch von allgemeinerer Bedeutung, man denke nur an die Verhinderung des Käferfraßes, ein Gebiet, das gleichfalls von verschiedenen Stellen erfolgreich in Angriff genommen wurde. Weiter sei hier ein unter hohem Druck zusammengepreßtes und imprägniertes Holz vom spezifischen Gewicht 1,4 genannt, das unter dem Namen Lignostone bekannt geworden ist.

Zahlentafel 5. Durchschlagspannung von Sperrholz.

Holzart	Stärke mm	Vorbehandlung: getrocknet kV	getrocknet u. bakelisiert kV	getrocknet bakelisiert, u. lackiert kV
Weißbuche . . .	6	6	29	34
Weißbuche . . .	12	8	41	50
Buche	6	12	42	42
Buche	12	13	66	66

Der VDE hat 1929 „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Holz als Isolierstoff" herausgebracht, in denen einige Bestimmungen für Holzhalbzeuge enthalten sind.

Interessant ist, daß neuerdings für die allgemeine nichtelektrotechnische Verwendung von Holz besondere elektrische Untersuchungsverfahren zur Bewertung herangezogen werden. Durch Widerstandsmessungen wird auf den Wassergehalt des Holzes geschlossen. Allerdings ist das System Wasser—Holz ein ziemlich kompliziertes elektrolytisches Gebilde, die Beziehungen sind daher nicht einfach, zumal außer durch die gelösten Salze auch durch die Faserrichtung und die starke Temperaturabhängigkeit der Zustand leicht veränderlich ist. Die Messungen erfolgen zwischen genormten Einstichelektroden[5]. Die Kristallstruktur des Holzes wurde röntgenographisch durch S. Pienkowski[6] untersucht, um einen Anhaltspunkt über die Anordnung der Zellulosekristallite zu erhalten, und von B. Schmidt[7], um den Zusammenhang zwischen Kristallaufbau und Zerreißfestigkeit kennen zu lernen.

[5] Zusammenf. Darstellg. bei Moll, Arch. techn. Messen V, 1281 (1933).
[6] S. Pienkowski, Z. Physik Bd. 63, S. 610 (1930).
[7] B. Schmidt, Z. Physik Bd. 71, S. 696 (1931).

Gummi, Guttapercha und Balata als Isolierstoffe in der Elektrotechnik.

Von Dipl.-Ing. **Ernst Badum**, Köln-Mülheim.

Dem Pflanzenreich entnimmt die Elektrotechnik für ihre Zwecke zwei große Gruppen von Isolierstoffen. Einmal sind dies die Faserstoffe, die in Form von Garnen, Geweben und Papier in umfangreichem Maße zur Anwendung gelangen, anderseits finden auch Pflanzensäfte bzw. daraus gewonnene Stoffe weitgehende Verwendung. Zu der Gruppe der aus Pflanzensäften gewonnenen Isolierstoffe gehören neben den Harzen Guttapercha, Balata und Gummi. Die drei letztgenannten Stoffe sind Produkte der tropischen Zone, u. zw. wird Balata hauptsächlich im nördlichen Südamerika (Guayana), Guttapercha auf den Sundainseln und in Neuguinea aus Bäumen gewonnen, welche zur Familie der Sapotaceen gehören. Die Hauptquelle für die Gummigewinnung stellen die Pflanzenfamilien der Euphorbiaceen, Apocynaceen und Asclepiadaceen, deren wichtigste Vertreter die Hevea-Arten sind, welche, ursprünglich in den Urwäldern Brasiliens heimisch, jetzt in außerordentlich umfangreichem Maße in Niederländisch-Indien, auf Ceylon und der Malaischen Halbinsel in Pflanzungen gezogen werden. Auch Afrika liefert aus einigen Bäumen und Lianenarten Gummi, dessen Bedeutung jedoch sowohl hinsichtlich der Qualität wie Menge gegenüber der Erzeugung der Pflanzungen vollständig zurücktritt.

Gemeinsam für Guttapercha, Balata und Gummi ist das Vorkommen derselben in den Pflanzen in Form von Milchsäften (Latices), welche durch Anzapfung der Bäume gewonnen werden. Aus diesen Milchsäften werden Guttapercha, Balata und Gummi durch freiwillige oder künstlich herbeigeführte Koagulation hergestellt und nach entsprechender Reinigung ihrer Verwendung als Isolierstoffe zugeführt. Auch chemisch sind die drei Stoffe nahe verwandt und zeigen hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber den verschiedenen Agentien große Ähnlichkeit. Ihrer Zusammensetzung nach entsprechen sie alle drei der Bruttoformel $(C_5H_8)_x$. Gemeinsam ist den drei Stoffen ferner, daß sie thermoplastisch sind, d. h. in der Wärme verformbar. Guttapercha und Balata unterscheiden sich vom Gummi hauptsächlich dadurch, daß die beiden erstgenannten Stoffe nicht elastisch sind, während Gummi diese Eigenschaft in einem Maße zeigt, wie sie bei keinem anderen Stoff gefunden wird. Guttapercha und Balata enthalten außerdem erhebliche Mengen von Harzen, während Gummi nur rd. 5 % derartiger Verunreinigungen enthält.

Die Anwendung dieser Stoffe in der Elektrotechnik beruht auf der Eigenschaft, daß sie dem Durchgang des elektrischen Stromes einen außerordentlich hohen Widerstand entgegensetzen und mit zu den besten Isolatoren gehören, welche wir kennen. Während Guttapercha und Balata meist ohne Zusätze verarbeitet werden, wird Gummi in reiner Form fast nie angewendet, sondern immer nach Zumischungen verschiedener Füllstoffe und Schwefel, welch letzterer bei einem in die Fabrikation eingeschalteten Erhitzungsprozeß (Vulkanisation) mit dem Gummi chemisch reagiert und die vorteilhaften Eigenschaften dieses Stoffes verbessert und stabilisiert.

Guttapercha und Balata haben den Nachteil, daß sie sich beim Aufbewahren an der Luft chemisch verändern und dabei neben einer Verschlechterung ihrer mechanischen Eigenschaften eine erhebliche Verminderung ihrer elektrischen Qualitäten erleiden. Aus diesem Grunde beschränkt sich ihr Hauptanwendungsgebiet auf die Isolierung von Wasserkabeln, für welchen Zweck sie in der Elektrotechnik hauptsächlich verwendet werden. Es sind z. B. sämtliche transozeanischen Telegraphenverbindungen als Guttaperchakabel verlegt.

Die Herstellung dieser Kabel umfaßt eine mechanische Reinigung der rohen Guttapercha durch Kneten und Waschen mit heißem Wasser, auf welche eine Pressung durch feinmaschige Drahtsiebe folgt. Je nach dem Harzgehalt des Rohstoffes wird auch noch eine teilweise oder vollständige Entfernung dieser Stoffe durch Extraktion mit Lösungsmitteln in den Herstellungsprozeß eingeschaltet. Die Verarbeitung der Balata ist die gleiche wie die der Guttapercha. Beide Stoffe werden häufig gemischt und gemeinsam verarbeitet. Durch den Balatazusatz wird der Verlustwinkel des Isolierstoffes verbessert. Der so vorbereitete Isolierstoff wird auf besonders konstruierten Pressen in einer oder mehreren Schichten in Form eines nahtlosen zylindrischen Mantels auf den Leiter aufgepreßt. Die so hergestellte isolierte Ader wird dann mit Faserstoffen und Stahldrähten bewehrt und gelangt so zur Verlegung. Die elektrischen Eigenschaften einer guten für die Seekabelisolation geeigneten Guttapercha bzw. Balata sind durch folgende Daten gekennzeichnet:

Elektrischer Widerstand . .	100 ··· 1000 MΩ/km
Dielektrizitätskonstante . .	rd. 3,3
Verlustwinkel	$\operatorname{tg}\delta \approx 0{,}015$.

Infolge des hohen Preises von Guttapercha und Balata hat es nie an Bestrebungen gefehlt, diese Isolierstoffe für Seekabel durch den billigeren Gummi zu ersetzen. Diesen Bestrebungen ist jedoch erst in den letzten Jahren ein wesentlicher Erfolg beschieden gewesen. In dem Isolierstoff „Paragutta", der eine Mischung aus 40 % Guttapercha bzw. Balata mit 40 % enteiweißtem Gummi und 20 % Wachsen darstellt, ist ein Isolierstoff gefunden worden, welcher sowohl hinsichtlich seiner Dielektrizitätskonstanten als auch in bezug auf den Verlustwinkel der Guttapercha und Balata erheblich überlegen ist.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Gummi als Isolierstoff sind wesentlich umfangreicher, da es möglich ist, je

Digitized by Google

nach der Art der Zumischungen und der Führung des Vulkanisationsprozesses die Eigenschaften in weitgehendem Maße zu ändern. Gummi findet in der Elektrotechnik nicht nur in der Form von Weichgummi als Leiterisolation, sondern auch in Form von Hartgummi im Apparatebau weitestgehende Anwendung. Den Hauptanteil des Gummiverbrauchs in der Elektrotechnik bildet die Herstellung isolierter Leitungen, deren Hauptanwendungsgebiet die Hausinstallation sowie der Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher ist.

Die Herstellung dieser Leitungen gestaltet sich in großen Umrissen wie folgt: Der Rohstoff (fast ausschließlich Plantagengummi) wird auf Mischwalzwerken bzw. in Mischmaschinen mit mineralischen Füllstoffen (Kreide, Kaolin, Zinkoxyd usw.), Schwefel und anderen Zusätzen (Vulkanisationsbeschleuniger, Alterungschutzmitteln) sorgfältig gemischt, wobei auf die in den verschiedenen Ländern bestehenden Vorschriften über die Zusammensetzung und Eigenschaften geachtet werden muß. Die Weiterverarbeitung kann dann nach zwei verschiedenen Verfahren erfolgen. Der eine Weg besteht darin, daß der plastische Stoff mit Hilfe einer Schneckenpresse als nahtloser Mantel auf den Leiter aufgebracht und entweder direkt oder nach dem Umwickeln mit Gewebebändern der Vulkanisation unterworfen wird. Die zweite Art der Herstellung von isolierten Leitungen benutzt die sog. Längsbedeckungs- oder Schermaschinen. Hierbei wird die fertige Gummimischung zuerst auf Kalandern zu dünnen Platten von 0,3 ··· 1,5 mm Dicke ausgewalzt, welche dann längs in schmale Streifen geschnitten werden. Der wesentliche Bestandteil der Längsbedeckungsmaschine sind profilierte Stahlwalzen, in welche Rillen entsprechend dem Querschnitt der fertigen Leitung eingeschliffen sind. Zwischen diesen Walzen werden nun eine der Anzahl der vorhandenen Rillen entsprechende Zahl von Drähten sowie ober- und unterhalb derselben je einer der vorbereiteten Gummistreifen eingeführt, worauf sich durch den Druck der Walzen um die einzelnen Leiter ein konzentrischer Gummimantel bildet. Diese Leitungen werden nun ebenfalls mit Band umwickelt und vulkanisiert. Entsprechend der gewünschten Kabeltype erfolgt die Weiterverarbeitung durch Verseilen mehrerer Einzelleiter und Aufbringung eines gemeinsamen Schutzmantels, der ebenfalls aus Gummi oder aus einem Metallmantel oder aus einer Faserstoff- oder Metalldrahtbeflechtung bestehen kann.

Entsprechend der Bedeutung, welche gummiisolierte Leitungen für die Elektrotechnik besitzen, sind in fast allen Ländern Vorschriften herausgegeben worden, welche den Aufbau, die Abmessungen sowie die Zusammensetzung des Isolierstoffs für die einzelnen Leitungstypen regeln. So bestehen z. B. in Deutschland Vorschriften des VDE über die Zusammensetzung der zur Verwendung gelangenden Gummimischung, die Isolationswandstärke, die Querschnitte der Leitungen für die verschiedenen Stromstärken, die Art und Qualität der über der Gummiisolation aufzubringenden Schutzschichten. Außerdem sind genaue Vorschriften darüber vorhanden, in welcher Weise die Qualität der Leitungen geprüft werden soll.

Es dürfte wohl heute kaum eine elektrische Anlage geben, in der nicht gummiisolierte Leitungen in ausgedehntem Maße Verwendung finden. Sowohl bei Telephonapparaten als auch bei Hausinstallation und zum Anschluß von Haushaltgeräten finden sie ebenso Verwendung wie in Werkstattbetrieben, und sie widerstehen auch den rauhesten Behandlungen, z. B. in Grubenbetrieben und bei Baggeranlagen. Auch für alle Spannungen, angefangen von einigen Volt bei Signalanlagen bis zu den höchsten von 50 000 V und mehr bei Röntgenanlagen, haben sie sich bewährt und als unentbehrlich erwiesen, so daß man sich heute eine elektrische Anlage irgendwelcher Art ohne Gummi als Isolierstoff an irgendeinem ihrer Teile kaum vorstellen kann.

Die Herstellung von Isolierstoffen aus Hartgummi ist grundsätzlich die gleiche wie bei Weichgummi. Ein Unterschied besteht lediglich darin, daß bei Hartgummi mehr Schwefel zugesetzt wird und die Vulkanisation längere Zeit in Anspruch nimmt. Auch hier wird der Rohgummi mit den entsprechenden Vulkanisationszusätzen sorgfältig gemischt und nach der Formgebung der Vulkanisation unterworfen. Hauptsächlich werden Apparateplatten, isolierende Handgriffe und sonstige Formstücke sowie Batteriekästen für ortsveränderliche Akkumulatoren aus diesem Werkstoff hergestellt.

Ein weiteres Anwendungsgebiet von Gummi als Isolierstoff in der Elektrotechnik ist die Herstellung von Isolierband. Hierbei wird eine Mischung aus Gummi mit erweichenden und klebrig machenden Zusätzen auf Stoffbahnen aufgetragen, welche dann in entsprechend breite Streifen geschnitten werden und bei Montagen umfangreiche Verwendung finden.

Glimmer und Glimmerprodukte.

Von Dipl.-Ing. **Rich. Schroeder**, Berlin.

Der Glimmer wird in der Elektrotechnik sowohl unverändert als Naturglimmer gebraucht, als auch nach vorhergehender feiner Spaltung unter Verwendung von Bindemitteln zu größeren Flächen zusammengesetzt. Nur über die erste als unverändert bezeichnete Verwendungsart wird in dem nachstehenden Aufsatz gesprochen werden. Die zweite weitergehende Verarbeitung des Glimmers zu Kunstglimmer oder Mikanit wird in einem besonderen Aufsatz behandelt werden (W. Senst, S. 549 dieses Heftes).

Der Glimmer ist ein anorganischer Kristall. Er wird bergmännisch in Glimmerbrüchen gewonnen. Das ihn umgebende Gestein ist Feldspat und Quarz. An diese beiden Gesteinsarten ist der Glimmer gebunden, und er liegt in sog. Kontakt zu Quarz und Feldspat. Jedoch kommt es häufig vor, daß eins dieser beiden Gesteine fehlt. Diese Feldspat-Glimmer-Quarz-Gänge sind eingesprengt in das Urgestein, welches gewöhnlich Granit ist. Granit ist ein Konglomerat von Feldspat, Quarz und Glimmer. Wenn die feinkörnige Verteilung in grobe übergeht, so werden die Glimmerkristalle größer, und wenn noch weiter Feldspat und Quarz gangartig das umgebende Granitgestein durchdringen, dann kristallisiert der Glimmer in größeren Blökken aus und kann dann gewonnen und technisch genutzt werden.

Unter Glimmer versteht man rein mineralogisch eine sehr weit umfassende Gruppe von Erdmetall-Metall-Doppelsilikaten. Es werden jedoch im nachfolgenden nur diejenigen Glimmersorten behandelt werden, welche für die Elektrotechnik wichtig sind. Es sind dieses Muskowite und Phlogopite. Die bekannteste Sorte sind die Muskowite, welche von hellrosa bis dunkelrosa oder hellgrün bis dunkelgrün und bräunlich gefärbt sind. Weist nun der Glimmer keine Flecken auf, so sind diese Färbungen sehr leicht und deutlich erkennbar. Aber auch beim Vorhandensein von Flecken aller Art ist bei genauer Betrachtung die Grundfarbe des Glimmers genau zu bestimmen. Etwa 80 bis 85 % des elektrotechnisch genutzten Glimmers entfallen auf die Muskowitart, der Rest auf die Phlogopitart, welcher auch Amber-Glimmer wegen seines bernsteinfarbenen Aussehens genannt wird.

Zahlentafel 1. Glimmerproduktion der Welt* im Jahresmittel der drei Jahre 1928/29/30.

Stätten	Blockglimmer in kg	Spaltglimmer in kg
Britisch-Indien	762 000	3 400 000
Madagaskar (meist in Indien gespalten) .	330 000	205 000
V. S. Amerika u. Kanada	390 000	19 000
andere Stätten	360 000	rd. 14 000
zusammen . . .	1 842 000	3 638 000

* Die Zahlen von Britisch-Indien beanspruchen große Genauigkeit, die von V. S. Amerika geringere. Die übrigen Zahlen sind fachmännische, der Wirklichkeit sehr nahekommende Schätzungen (L. L. Athill, London W. C. 2, Juli 1932).

Die hellen Glimmersorten, also Muskowite, stammen zum größten Teil aus Britisch-Indien (vgl. Zahlentafel 1). Für den europäischen Markt fällt die gesamte Produktion desjenigen Glimmers aus, welcher in den V. S. Amerika und Kanada gewonnen wird, da dieser von den V. S. Amerika in vollem Umfange aufgenommen wird. Die Hauptproduktion in den V. S. Amerika findet in New Hampshire und in Carolina statt. Der gefundene Glimmer ist hell, meist rosa, seltener hellgrün. Er wird dort als „home" oder „domestic mica" bezeichnet im Gegensatz zu dem im-

Digitized by Google

portierten indischen Glimmer. Es kommen ferner an den Markt südafrikanischer und südargentinischer Glimmer. Vom Muskowit kommen an den europäischen Markt etwa 85 ··· 90 % indischer Glimmer und 10 ··· 15 % nichtindischer Glimmer, also vorzugsweise solcher, der aus Südafrika oder Südargentinien stammt. Zahlreiche andere Vorkommen sind bekannt und werden jährlich neu entdeckt. Aber außer den vorbenannten haben diese anderen Vorkommen zur Zeit einen Markt nicht finden können.

Die Hauptfundstätten in Britisch-Indien sind im Norden die Provinz Orissa mit Verschiffungshafen Kalkutta und dann der Provinzialbezirk Behar mit den Städten Kodarma, Giridih und Hazaribagh und drittens die südlich und von den beiden obengenannten weit entfernt gelegene Glimmerlagerstätte in der Nähe von Madras. Die erstgenannten Hauptlagerstätten sind sogenannte primäre Stätten. Bei diesen kommt der Glimmer im Urgestein gangartig und auch nesterartig vor. Die Lagerstätte von Madras ist sekundär, das will sagen, daß der Glimmer aus seiner primären Lagerstätte abgeschwemmt und an seine neue Lagerstätte aufgeschwemmt wurde. Die Unterschiede, die man noch vor wenigen Jahren zwischen Madras-Glimmer und Kalkutta-Glimmer handelsüblich machte, sind weitgehend dadurch verwischt worden, daß in den letzten Jahren auch in Madras die früher für den Kalkutta-Glimmer (nach dem meistbenutzten Verschiffungshafen genannt) übliche Trimmung zur Anwendung gelangte. Für diesen aus den nördlichen Bezirken stammenden Kalkutta-Glimmer war es von jeher üblich gewesen, den Rohglimmer polygonal mittels Sichelmessern zu schneiden oder zu trimmen. In Madras hatte sich die Sitte eingebürgert, die Ränder des Glimmers mittels Schlagscheren zu beschneiden. Hierdurch kam eine annähernd rechteckige oder annähernd quadratische Form zustande. Es war also für jedermann leicht zu entscheiden, ob er Madras-Glimmer oder Kalkutta-Glimmer in Händen hatte. Heute ist dieses erheblich schwieriger. Der Kalkutta-Glimmer ist meist hellrosa bis dunkelrosa (ruby) gefärbt, der Madras-Glimmer meist hellgrün bis dunkelgrün, in selteneren Fällen auch braun. Die dunkelgrünen und braunen Sorten des Madras-Glimmers sind härter als die hellgrünen und als der Kalkutta-Glimmer. Man wählt also dort, wo es auf Steifigkeit ankommt, wie bei Wickelelementen für Heizkörper, sehr gern den Madras-Glimmer, weil er beim Wickeln eine größere Widerstandsfestigkeit besitzt. Die elektrische Durchschlagfestigkeit liegt im allgemeinen bei Kalkutta-Glimmer höher als bei Madras-Glimmer.

letzten Spalte der Preistafel aufgeführte rotfleckige (stained) Sorte. Unter klar versteht man in strengem Sinne, daß ein 0,2 mm starkes Glimmerblatt keinerlei Trübung aufweist. In dieser Sortierung dürfen auch nicht Schlierenbildungen oder Verwachsungen selbst leichterer Art vorkommen. Die ganz leicht rotfleckige (slightly stained) Sortierung (Preisspalte 2) weist leichte rötlich schimmernde Fleckenbildungen auf. Bei flüchtigem Hinsehen wird der Ungeübte diese in vielen Fällen ohne besonderen Hinweis kaum bemerken. Bei der in der dritten Preisspalte aufgeführten Sortierung rotfleckig sind rotfleckige Stellen auch dem Ungeübten bei flüchtigem Hinsehen sofort bemerkbar. Alle diese vorgenannten Sorten dürfen also keine schwarzen Linien, schwarze Flecke oder schwarze Punkte aufweisen. Die vorgenannten drei Sortierungen sind elektrisch in jeder Beziehung einwandfrei hinsichtlich Oberflächenleitung und Durchschlag. Nur bei sehr hohen Durchschlagbeanspruchungen darf die rotfleckige Qualität nicht gewählt werden. Als Beispiel diene, daß man für Kondensatoren, welche geringe Verluste aufweisen sollen, in erster Linie klaren Glimmer und in zweiter Linie leicht rotfleckigen nehmen darf, dagegen nicht stark rotfleckigen. Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, daß die roten Flecken Eisenoxyd mit leitender Eigenschaft enthalten. Die roten Flecken enthalten zwar Eisenverbindungen, aber in einer derartig komplexen Kristallform, daß sie wohl hinsichtlich der Dämpfung aber nicht hinsichtlich des Leitungsvermögens nachteilige Eigenschaften haben.

Der schwarzfleckige Glimmer hat sehr häufig, u. zw. besonders diejenigen Sorten, welche schwarze und schwarzbraune Striche enthalten, in Strichrichtung Oberflächenleitung. Darum sind diese Sorten für die Herstellung von Heizelementen nicht ohne weiteres verwendbar. Dagegen ist die Durchschlagfestigkeit immer noch recht gut, wenn sie auch nur etwa die Hälfte bis Zweidrittel des klaren Glimmers aufweist[1]. Die Dielektrizitätskonstante wurde früher mit 4,5 ··· 5,5 angegeben. Sie ist aber tatsächlich 6,5 ··· 8. Da der Glimmer für Kondensatoren in sehr kleinen Stärken von 0,05 ··· 0,1 mm, in selteneren Fällen 0,2 mm stark verwendet wird, so spielt die Art der Belegung für die Bestimmung der Dielektrizitätskonstante eine sehr wesentliche Rolle. Die neuesten Verfahren vermeiden fast theoretisch genau den Einschluß von Luft zwischen Belegungen und Glimmer. Man beachtete früher zu wenig, daß selbst geringe Einschlüsse von Luftschichten zwischen Belegungen und Glimmer den Wert der Dielektrizitätskonstante herunterdrücken. Auch die Verluste gehen durch

Zahlentafel 2. Sorten und Preise*.

Bezeichnung	Größe		klar Ia			ganz leicht rotfleckig oder IIa klar			rotfleckig (stained)		
	Quadratzoll	cm²	Juni 1914 sh/d	Sept. 1920 sh/d	April 1933 sh/d	Juni 1914 sh/d	Sept. 1920 sh/d	April 1933 sh/d	Juni 1914 sh/d	Sept. 1920 sh/d	April 1933 sh/d
Extra	mehr als 48	315	16/6	60/-	43/2	13/9	45/-	28/9	9/7	24/-	17/3
Ia	36 ··· 47¾	235 ··· 314	12/10	42/-	28/9	10/7	28/-	20/2	8/1	16/-	15/7
I	24 ··· 35¾	155 ··· 234	10/8	34/-	23/-	9/3	20/-	13/3	7/4	12/-	9/9
II	15 ··· 23¾	97 ··· 154	9/3	30/-	18/5	7/4	19/-	10/4	6/8	10/-	8/1
III	10 ··· 14¾	65 ··· 96	7/9	26/-	14/-	6/9	16/-	8/1	6/-	6/6	6/4
IV	6 ··· 9¾	39 ··· 64	6/1	20/-	10/4	5/2	12/-	6/11	3/7	4/3	4/1
V	3 ··· 5¾	19 ··· 38¾	4/5	11/6	6/4	2/11	10/-	4/1	1/6	3/3	2/11
VI	1½ ··· 2⅞	10 ··· 18	1/2	3/6	2/6	-/10	1/3	1/8	-/6	-/6	-/6

* Preise in engl. Schilling je engl. Pfund (Gewicht). 1 sh Gold = 1,02 Mark Gold; 1 sh Papier (Mittelkurs April 1933) = etwa 14,25/20 RM = 0,71 RM; 1 lb = 1 engl. Pfund = 0,453 kg.

Sowohl der Ruby-Glimmer als auch der grüne Glimmer aller bekannten Fundstätten weist sehr erhebliche Unterschiede auf. Man klassiert deswegen den Glimmer nach zwei Hauptgesichtspunkten, erstens einmal nach dem Grade der Reinheit und zweitens nach der Größe der Kristalle. Zur Beurteilung der Reinheit stellt man an Glimmerstücken von etwa 0,15 ··· 0,20 mm Stärke fest, in welchem Maße die Durchsicht durch Streifen, runde Flecken kleineren oder größeren Ausmaßes und deren Färbung beeinträchtigt ist. Die handelsübliche Größensortierung geht aus Zahlentafel 2 deutlich hervor. Die angeführten Größen beziehen sich auf das größte einzuschreibende Rechteck. Sehr viel schwieriger ist die Entscheidung über die Qualität, also den Reinheitsgrad zu treffen. Ein sicheres Urteil kann nur durch langjährige praktische Erfahrung erworben werden. In der Zahlentafel 2 sind drei der üblichen Qualitäten aufgeführt, eine vierte sog. schwarzfleckige (englisch: spotted) ist nicht mitaufgenommen worden. Gerade in dieser sind sehr große Qualitätsunterschiede vorhanden, je nachdem es sich um mehr oder minder gefleckte Sorten oder auch um rund oder linienförmig gezeichnete Kristalle handelt. Diese schwarzfleckigen Qualitäten sind billiger als die in der

die Vervollkommnung der Belegungen noch unter das früher bekannte Maß von $2 \cdot 10^{-4}$ bis auf unter $1 \cdot 10^{-4}$. Der Oberflächenwiderstand bei klarem bis rötlich gefleektem Glimmer liegt bei 10^6 MΩ, gemessen bei 110 V Gleichspannung mittels Elektroden nach den VDE-Vorschriften[2]. Der später behandelte Amber-Glimmer hat nur ¼ ··· ⅕ dieses Wertes, also etwa $2 \cdot 10^5$ MΩ. Eine eigenartige Erscheinung, auf die früher schon hingewiesen wurde, die aber noch keine ausreichende Erklärung gefunden hat und in der Praxis auch bisher nicht beobachtet wurde, tritt beim Spalten des Glimmers auf. Bestimmt man den Oberflächenwiderstand unmittelbar nach dem Spalten, so zeigen die Oberflächen einen Widerstand, der 100 ··· 200mal kleiner ist als die vorgenannten Werte. Er liegt ziemlich konstant bei klarem bis rotfleckigem und auch bei Amber-Glimmer bei $5 \cdots 15 \cdot 10^3$ MΩ. Nach etwa 1 ··· 2stündigem Liegen haben die Flächen wieder ihren ursprünglichen hohen Widerstandswert erreicht. In völlig verdunkeltem Raum bemerkt man beim Spalten oder auch beim Reißen oder Knicken des Glimmers Lichterscheinungen, welche

[1] H. Schering, Die Isolierstoffe der Elektrotechnik, Abschnitt Glimmer und Glimmerprodukte; Verlag Julius Springer, Berlin.
[2] VDE 0302/1924, Abschnitt B 1.

Digitized by Google

durch Auftreten von elektrischen Ladungen und deren Ausgleich erklärt werden könnten. Jedoch ist eine schnelle Ableitung der Ladung durch Erdung nicht gelungen. Auch weisen nur die gespaltenen Flächen den hohen Rückgang des Widerstandes auf, dagegen behalten die der Spaltfläche entgegengesetzten Flächen ihren hohen Widerstandswert. Diese Erscheinungen bedürfen noch der physikalischen Begründung; Rekristallisierung ist wahrscheinlich.

Das spezifische Gewicht des Glimmers beträgt etwa 2,8, die spezifische Wärme etwa 0,2.

Die Verarbeitung des Glimmers selbst erfolgt durch Spaltung, um eine gewünschte Stärke zu erzielen, die Formgebung durch Schneiden mittels Schlagscheren oder Stanzung. Das Stanzen des Glimmers erfordert Erfahrung, weil der Glimmer ein Kristall ist. Nur bei Beachtung dieses Umstandes sind scharfe Ränder sowohl an den Außenkonturen als auch an etwa eingestanzten Lochungen erzielbar. Wenn auch der Glimmer sehr biegsam ist, so können durch Schlag und Quetschungen Einrisse leicht vorkommen, die häufig wegen ihrer Feinheit nicht ohne weiteres bemerkt werden.

Der Glimmer enthält in seiner Kristallstruktur Kristall- oder Konstitutionswasser. Bei einer Temperatur über 550 ° C verliert Glimmer dieses Wasser teilweise oder gänzlich und nimmt ein milchig-trübes Aussehen an. Diejenige Temperatur, bei der nun dieses Trübwerden beginnt, nennt man den Kalzinationspunkt des Glimmers. Er liegt bei den Sorten verschieden hoch. Am tiefsten bei dunkelgrünem und braunem Glimmer: rd. 550 ··· 600 ° C, Ruby-Glimmer: rd. 600 ··· 650 ° C, Amber-Glimmer: etwa 750 ··· 900 ° C. Beim Bau von Heizelementen sind diese Zahlen zu beachten, weil der Glimmer durch die Kalzinierung sehr verschlechtert wird. Die Schmelzpunkte von rötlichem und grünem Glimmer liegen etwa bei 1130 ° C, die von Amber-Glimmer etwa bei 1030 ° C. Die im letzten Abschnitt angeführten Zahlen für den Kalzinationspunkt weisen auf eine erhöhte Verwendungsfähigkeit des Amber-Glimmers hin. Diese Erkenntnis hat auch schon seit einigen Jahren zu einem erheblichen Bedarf dieser Sorte geführt.

Aber noch eine andere Eigenschaft zeichnet den Amber-Glimmer vor den bisher behandelten Glimmerarten aus. Der Phlogopit ist mürber und daher weicher. Er nutzt sich an den Kanten infolgedessen leichter ab. Diese Eigenschaft fördert seine Anwendung im Kommutatorenbau. Er nutzt sich nämlich fast gleichmäßig mit den Kupferlamellen ab, und die Störungen, welche durch die ungleichmäßige Abnutzung weithin bekannt sind, können hier in ganz erheblichem Maße gemindert werden. Bei großen Maschinen behebt man den Übelstand durch regelmäßiges Auskratzen der Glimmerzwischenlagen, bei kleinen und kleinsten Motoren jedoch ist ein sicheres Abhilfsmittel die Verwendung von Amber-Glimmer.

Der Amber-Glimmer kommt erheblich seltener vor als der Muskowit. Vor dem Kriege waren als Fundstätten nur die kanadischen bekannt. Sehr bald nach dem Kriege trat Madagaskar als Lieferer auf, anfänglich in bescheidenem Umfange, seit einigen Jahren jedoch in einer beachtlichen Bedeutung. Die Durchschlagfestigkeit liegt etwa bei den Werten für rotfleckigen Muskowit-Glimmer. Oberflächenleitfähigkeiten waren oben angegeben. Die übrigen Daten, mit Ausnahme des Verlustwinkels, liegen alle in der Nähe der für rotfleckigen Glimmer. Die Dämpfung ist jedoch sehr hoch und der tg δ liegt noch oberhalb $3 \cdot 10^{-4}$. Amber ist also zum Bau von Kondensatoren nicht zu empfehlen.

Auch bei dem Amber-Glimmer gibt es zahlreiche Qualitätsunterschiede. Verhältnismäßig harte, blanke und leicht spaltbare Sorten variieren bis zu fast lederartigen, schwerer spaltbaren und matt schimmernden Arten. Die letztgenannte Sorte ist nur von geringerem Wert, und je nach Verwendungszweck wird man die geeignete zu wählen haben. Hier ist ein Zusammenarbeiten des Lieferers und des Verbrauchers besonders anzuraten.

Spaltglimmer (splittings) wird zur Herstellung von Mikanit benutzt. Üblich sind die Größen VI···IV, und nur sehr selten noch wird die Größe III benutzt; Größenordnung nach Zahlentafel 2. Die Größensortierungen V und IV sind gewichtsmäßig sehr gering gegenüber der Größe VI, die in sich wieder noch abgestuft ist, so daß gewichtsmäßig etwa 95 % des gesamten, in der Welt verbrauchten Spaltglimmers auf diese Größensortierung VI entfallen. Ebenso wie beim Blockglimmer steigen auch mit wachsender Größe die Preise für Spaltglimmer außerordentlich stark an. Der Spaltglimmer wird, wenn auch fremder Herkunft, meist in Indien gespalten und von dort in Kisten von etwa 50 kg versandt. Man unterscheidet losen Spaltglimmer und Spaltglimmer in Kuchen (pan packed). An sich besteht ein Unterschied zwischen diesen beiden Sorten nicht. Man kann also jeden losen Glimmer auch in Kuchenform packen. Der Unterschied ist dadurch entstanden, daß der Kuchenglimmer bereits beim Spalten in kleine runde Schalen oder auch Mützen ringförmig gelegt wird. Hierdurch hat man eine gewisse Gewähr, daß keine Fremdbestandteile in die sorgfältig abgelegten Spaltglimmerblättchen hineinkommen. Ferner kann die Größensortierung sehr viel genauer gehalten werden, weil es ja beim Spalten selbst keinen Unterschied ausmacht, ob das mehr oder minder große Stück sofort in das entsprechende Aufnahmegefäß gelegt wird. Diese Kuchenform hat auch lange Jahre hindurch zur Zufriedenheit der Verbraucher eine Gleichmäßigkeit der Qualität sowohl hinsichtlich des Glimmers selbst als auch der Spaltarbeit und der Größe aufgewiesen. Erst als man in den Spaltfaktoreien dieses erworbene Vertrauen mißbrauchte, haben sich große Klagen über Unterschiede zwischen Muster und Lieferung ergeben. Auf amerikanische Anregungen hin hat man seit etwa 8 Jahren eine neue, sehr hoch bezahlte Spaltglimmerqualität eingeführt, nämlich die Buchform (bookform). Der Blockglimmer wird größenmäßig genau sortiert, und jedes Blockglimmerstück wird nun fein Blatt für Blatt gespalten. Es sollen etwa 80 Blatt auf 1 mm Blockglimmerstärke entfallen. Die gespaltenen Blätter werden nicht abgehoben und gesondert weggelegt, sondern bleiben in natürlicher Lage übereinandergeschichtet. Eine frisch geöffnete Kiste solchen Buchglimmers hat beinahe das Aussehen, als befände sich Blockglimmer in der Kiste. Um während des Transportes ein Durcheinanderrütteln zu vermeiden, werden immer 10 ··· 20 Bücher leicht mit Papier eingeschlagen und noch Lagen Papier zwischengelegt. Dieser Glimmer findet vorzugsweise für die höchstbeanspruchten Mikanit-Erzeugnisse, nämlich Glimmerseide, häufig auch Glimmerpapier, Anwendung.

Porzellan und verwandte keramische Isolierstoffe.

Von Dr.-Ing. W. Weicker, Hermsdorf i. Thür.

Wenn unter den keramischen Isolierstoffen der Elektrotechnik gemeinhin Porzellan verstanden zu werden pflegt, so kennzeichnet dies wohl am besten seine Überlegenheit für diese Zwecke. Indessen sind außer dem Porzellan, namentlich in letzter Zeit, nicht nur für besondere Anforderungen der Elektrotechnik, wie in der Hochfrequenztechnik, Elektrowärmetechnik u. a., eine Reihe von hochwertigen Sondermassen entwickelt worden, sondern auch die Porzellanmasse selbst hat im Laufe der Zeit je nach ihrem Verwendungszweck manche Abwandlungen erfahren.

Die Grundbestandteile jeder Porzellanmasse sind Kaolin, Feldspat und Quarz, die etwa in einem Verhältnis 2 : 1 : 1 in Kugelmühlen und Quirlen fein gemahlen und gemischt, in Filterpressen entwässert und auf Schlagmaschinen durchgeknetet werden. Welchen Einfluß eine Änderung der Massezusammensetzung auf die Haupteigenschaften des Porzellans ausübt, kann am besten aus einer Darstellung nach Abb. 1 ersehen werden. Aus dieser geht zugleich hervor, daß es unmöglich ist, mit ein und derselben Masse einen Höchstwert aller in Betracht kommenden Eigenschaften zu erreichen.

Unter den Herstellungsverfahren der elektrotechnischen Porzellanindustrie kommt vornehmlich das Drehen (Bearbeitung von runden Isolierkörpern auf der Drehscheibe), das Gießen (wobei das Porzellan als dickflüssige Masse in poröse Gipsformen gegossen wird), das Ziehen (Herstellung von Röhren mittels Strangpressen mit geeignetem Mundstück) und das Pressen (Einpressen der pulverisierten, mit Wasser und Öl angefeuchteten Porzellanmasse in Stahlmatrizen unter hohem Druck) in Betracht. Während die erstgenannten Arbeitsverfahren hauptsächlich Hochspannungs-Isolatoren betreffen, werden nach dem Preßverfahren die

Digitized by Google

weitaus meisten Niederspannungsteile für Installationszwecke hergestellt, wo es neben der Dichte des Scherbens mehr auf hohe Maßgenauigkeit als auf große Durchschlagfestigkeit ankommt.

Nachdem die in feuchtem Zustande nach einem der vorerwähnten Verfahren hergestellten Porzellankörper meist in einer besonderen Trockenkammer getrocknet und, soweit erforderlich (dies betrifft besonders gepreßte und schwach-scherbige Stücke), einem Vorbrande von etwa 800 ° C unterworfen worden sind, erfolgt das Brennen bei etwa 1350 ° ··· 1450 ° während einer Feuerungszeit von etwa 30 ··· 45 h. Neben dem Dichtsintern des Scherbens wird dabei gleichzeitig die Glasur aufgebrannt, die nach neueren Feststellungen[1] in mechanischer Hinsicht von besonderer Bedeutung für den Scherben ist (vgl. die nachstehende Zahlentafel 1); in elektrischer Beziehung ist sie dagegen, da der Scherben schon an sich völlig dicht ist, ziemlich bedeutungslos und ist mehr aus Gründen der äußeren Reinhaltung wünschenswert. Als Glasurfarbe ist für Hochspannungsisolatoren gemäß den einschlägigen VDE-Bestimmungen sowie in Übereinstimmung mit den internationalen Vorschlägen die braune, für Niederspannungsisolatoren die weiße Glasur allgemein üblich.

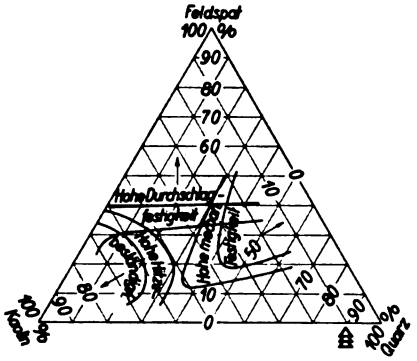


Abb. 1. Einfluß von Feldspat, Quarz und Kaolin auf die mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften von Porzellan.

Die Fortschritte der Porzellantechnik letzter Zeit für den Freileitungs- und Apparatebau kommen nun vornehmlich in der Herstellungsmöglichkeit größter und dickwandiger sowie kompliziertester Stücke zum Ausdruck, was insbesondere durch geeignete Massezusammensetzung, durch Weiterentwicklung der Herstellungsverfahren, insbesondere auf Grund vervollkommneter maschineller Einrichtungen sowie durch zweckentsprechende Brandführung erreicht wurde. Es ist dadurch möglich geworden, Stücke in Formen und Abmessungen herzustellen, die noch vor wenigen Jahren für ganz unmöglich gehalten worden wären. (Näheres hierüber im Aufsatz Weicker auf S. 565).

Weitere Fortschritte beziehen sich auf grundsätzliche Änderungen bei der Massezusammensetzung, insbesondere nach der Richtung, die Empfindlichkeit des Porzellans gegen plötzliche Temperaturwechsel, so insbesondere bei Überschlag-Lichtbogen großer Leistung, herabzusetzen. Zwei neue, derartigen Anforderungen gewachsene keramische Werkstoffe sind unter dem Namen „Sipa“[2] und „Ardostan“ bekanntgeworden. Sie zeichnen sich (vgl. Zahlentafel 1) durch einen ungewöhnlich niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten aus, wodurch erreicht wird, daß von derartigen Isolatoren selbst Lichtbogen großer Leistung und Einwirkungsdauer ohne nennenswerte Beschädigungen ausgehalten werden. Die große, mit guter elektrischer und mechanischer Festigkeit verbundene Temperaturwechselbeständigkeit dieser und ähnlicher keramischer Massen machen sie u. a. auch besonders geeignet für Löschfunkenkammern, Funkenschutzplatten, Spulenkörper, Sicherungsrohre und andere thermisch wie elektrisch hochbeanspruchte Isolierkörper.

Nach ähnlicher Richtung weisen die für die Elektrowärmetechnik, also insbesondere als Träger für Heizdrähte, hochbeanspruchte Widerstände, Heizplatten usw., bestimmten Sondermassen. Hierbei gibt es Massen, die, wie Porzellan, auf Kaolin- bzw. Tonbasis beruhen, aber im Gegensatz zu Porzellan porös gebrannt werden; ferner Sondermassen, die gegenüber dieser Gruppe eine gute Isolationsfähigkeit auch bei hoher Temperatur und niedrige Ausdehnungszahlen besitzen. Diese Massen (z. B. Magnesolit, Thermisol, Heizträgermasse „N“, Thermorosalt u. a., die u. U. einen gelblichen oder bräunlichen bis rotbraunen Farbton aufweisen) stehen, ähnlich wie „Sipa“ und „Ardostan“, zwischen solchen Massen, die aus Kaolin, und solchen Massen, die aus Speckstein aufgebaut sind. Hochfeuerfeste, aber dicht gebrannte Sondermassen, wie Pyrodur, dienen beispielsweise zur Anfertigung von Pyrometer-Schutzrohren und anderen bei hohen Temperaturen beständigen Geräten.

Auch Heizplatten, Muffelöfen und ähnliche Heizgeräte können aus keramischen Sondermassen, wie Calodur, so hergestellt werden, daß die Heizdrähte im Inneren der Wandung liegen, also jeder Berührung entzogen sind.

Nach ganz anderer Richtung, nämlich in bezug auf geringste dielektrische Verluste und höchsten Isolationswiderstand bei vollkommener Dichte und vorzüglichen mechanischen Eigenschaften, zeichnen sich die insbesondere für Zwecke der Hochfrequenztechnik bestimmten Sondermassen Calit, Calan[3], Frequentit[4] und Frequenta aus. Bei ihnen wird als Ausgangspunkt Magnesiumsilikat (Speckstein) im Gegensatz zu den überwiegend tonsubstanz-(kaolin-)haltigen Massen (Aluminiumsilikaten) verwendet, wie sie dem Porzellan und porzellanähnlichen Massen zugrunde liegen. Hierdurch ist eine um das 2- bis 3fache größere mechanische Widerstandsfähigkeit (Schlagbiegefestigkeit) als bei Porzellan und ungewöhnliche Dichte des Scherbens auch bei gepreßten Stücken bedingt, besonders wenn die Isolierkörper nicht nach dem bei Porzellan üblichen Naßpreßverfahren, sondern nach

[1] H. Handrek, Mitt. Hermsdorf-Schomburg Isol. 1926, H. 29/30, S. 879 u. H. 23, S. 679; D. H. Rowland, Gen. electr. Rev. Bd. 32, S. 136 (1929); ETZ 1929, S. 1788.

[2] E. Albers-Schönberg u. C. Stoerk, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 327 (1932). — Stemag-Nachrichten, Heft 10, S. 14.

[3] ETZ 1933, S. 422.

[4] E. Albers-Schönberg u. J. Gingold, ETZ 1932, S. 205 und Stemag-Nachrichten, Heft 10, S. 3.

Zahlentafel 1*.

	1. Gruppe tonsubstanzhaltig	2. Gruppe vorwiegend speicksteinhaltig						3. Gruppe Massen auf Tonsubstanz/Speicksteinbasis		4. Gruppe** poröse Massen für Elektrowärme	
	Hochspannungs-Porzellan	Steatit	Calit	Calit spez. Frequentit	Calan	Calan spezial	Frequenta	Sipa	Ardostan	Thermisol u. a.	Magnesolit
Spezifisches Gewicht g/cm³	2,3 ··· 2,5	2,6 ··· 2,8	2,6 ··· 2,7	2,6 ··· 2,7	2,8	2,8	2,8	2,2	2,2	1,6 ··· 2,5	1,8 ··· 1,9
Druckfestigkeit t/cm² ungl.	4,0 ··· 4,5	8,5 ··· 9,5	9,5 ··· 10,0	8,5 ··· 9,5	5,0 ··· 6,0	5,0 ··· 6,0	8,5 ··· 9,5	3,0 ··· 5,0	2,8 ··· 4,0	0,8 ··· 1,5	0,5 ··· 2,0
glas.	4,5 ··· 5,5										
Zugfestigkeit kg/cm² ungl.	240 ··· 320	550 ··· 850	650 ··· 950	550 ·· 850	400 ··· 500	400 ··· 500	550 ··· 850	260 ··· 350	300 ··· 360	100 ··· 160	90 ··· 150
glas.	400 ··· 500										
Biegefestigkeit kg/cm² ungl.	400 ··· 650	1200 ··· 1400	1400 ··· 1600	1200 ··· 1400	1010	1010	1200 ··· 1400	500···650	830 ··· 850	250 ··· 300	150 ··· 400
glas.	900 ··· 1000										
Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	2,0 ··· 2,2	3,0 ··· 5,0	4,0 ··· 4,5	3,0 ··· 5,0	2,9 ··· 3,2	2,9 ··· 3,2	3,0 ··· 5,0	1,9 ··· 2,1	1,8 ··· 2,2	1,0 ··· 1,9	1,5 ··· 1,8
lineare Ausdehnungszahl in 10^{-6} zwischen 15 und 100°	3,0 ··· 3,5	7 ··· 9	7,8	6,5 ··· 7,5	7,6	7,6	6,2 ··· 6,8	1,06	1,02	1,8 ··· 4,8	2,2 ··· 4,0
Isolations- (Durchgangs-)Widerstand in Ohm · cm bei 300°	3,2 · 10^{7}	1 · 10^{8}	3,2 · 10^{10}	1 · 10^{10}	—	—	2,5 · 10^{10}	6 · 10^{6}	8 · 10^{7}	1,8 ··· 2,8 · 10^{9}	10^{6} ··· 10^{9}
400°	2,0 · 10^{6}	1 · 10^{7}	1,6 · 10^{9}	1 · 10^{9}	2,6 · 10^{10}	2,5 · 10^{11}	2,3 · 10^{9}	8 · 10^{5}	5,6 · 10^{6}	1,3 ··· 1,6 · 10^{8}	10^{7} ··· 10^{8}
500°	2,0 · 10^{5}	1 · 10^{6}	1,8 · 10^{8}	1 · 10^{8}	1,3 · 10^{9}	1,0 · 10^{10}	2,0 · 10^{8}	1 · 10^{5}	8 · 10^{5}	1,3 ··· 2,0 · 10^{7}	10^{8} ··· 10^{7}
600°	—	3 · 10^{5}	3,2 · 10^{7}	2 · 10^{7}	3,1 · 10^{8}	6,3 · 10^{8}	4,1 · 10^{7}	2,4 · 10^{4}	2,3 · 10^{5}	1,8 ··· 2,8 · 10^{6}	5 · 10^{5} bis 3 · 10^{6}
Durchschlagfestigkeit in kV/mm	34 ··· 38		35 ··· 45		35 ··· 45	35 ··· 45		20	20	—	—
Dielektrizitätskonstante	5,8	6,4	6,5	5,9 ··· 6,5	6,5	6,5	5,6		5,3 ··· 5,5	—	—
Verlustwinkel tg δ in 10^{4} bei 50 Hz	170 ··· 200		25 ··· 30		8 ··· 10	—			200		
bei 12000 KHz	70 ··· 120	17	13,8	6,8	3,8	2,1 ··· 2,2	2,9				

* Die Zahlenangaben dieser Tafel stammen mit Ausnahme der Verlustwinkelmessungen, die sämtlich im Technisch-Physikalischen Institut der Universität Jena durchgeführt worden sind, größtenteils von den betreffenden Herstellungsfirmen selbst, ohne daß eine vergleichende Nachprüfung möglich war. Insbesondere bleibe dahingestellt, ob die Zahlenwerte durchgängig auf ganz gleicher Versuchsgrundlage beruhen. Im übrigen beziehen sie sich auf ein dem Hochspannungsporzellan entsprechendes Herstellungsverfahren, also nicht auf das für Installationsteile übliche Naßpreßverfahren.

** Als besonders hochwertige Massen auf diesem Gebiete seien Sipa braun (14) und Thermisol supra erwähnt.

Digitized by Google

dem Trockenpreßverfahren (Einpressen der pulverisierten Masse ohne Öl- und Wasserzusatz in Stahlmatrizen unter hohem Druck) hergestellt werden. Bemerkenswert sind weiter die außerordentlich geringen dielektrischen Verluste (sowohl in dem üblichen Rundfunkbereich von 200 ··· 2000 m als auch im Bereich der Kurz- und Ultrakurzwellen). Wichtig ist dabei, daß sich diese neuen Werkstoffe außer nach dem Preßverfahren nach sämtlichen in der keramischen Industrie üblichen sonstigen Verfahren, also insbesondere auch nach dem Dreh- und Gießverfahren herstellen lassen und trotz ihrer großen Härte auch verhältnismäßig leicht bei geeigneter Form durch Schleifen und Polieren bis auf größte Maßgenauigkeit nachgearbeitet werden können. Wegen ihrer guten mechanischen Eigenschaften eignen sich diese Werkstoffe auch für die Herstellung mancher besonderen Hochspannungsisolatoren, wobei allerdings zu beachten ist, daß infolge ihres hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten die Lichtbogenbeständigkeit geringer als diejenige von Porzellan ist.

Zur Kennzeichnung des heutigen Standes der Technik keramischer Isolierstoffe und des unterschiedlichen Verhaltens der vorerwähnten Sondermassen mögen abschließend in Zahlentafel 1 die wichtigsten physikalischen Eigenschaften einer Anzahl besonders charakteristischer Stoffe gegenübergestellt werden[5], ohne daß damit allerdings Anspruch auf Vollständigkeit erhoben würde.

Zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften wurden dabei die von dem Materialprüfungsausschuß der Deutschen Keramischen Gesellschaft ausgearbeiteten „Untersuchungs- und Prüfungsmethoden keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse“[6], für die Bestimmung der elektrischen Eigenschaften die von dem VDE aufgestellten „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen“ (VDE 0303/1929) benutzt.

Nicht besonders erwähnt wurden die Feuersicherheit, Kriechfunkensicherheit und Feuchtigkeitssicherheit, da diese bei allen keramischen Stoffen außer Frage stehen. Hierdurch gewinnt ihre Verwendung für viele, auch höhere Temperaturen bedingende Installationszwecke, besonders an solchen Stellen, die dem Schaltfeuer ausgesetzt sind (Schalträdchen, Schaltersockel, Automaten, Steckdosensockel usw.) besondere Bedeutung.

[5] Eine vollständige Zusammenstellung aller Eigenschaften von Porzellan nach dem Stande von 1927 siehe Handrek, Z. VDI Bd. 71, S. 1553 (1927) und Mitt. Hermsdorf-Schomburg Isol. 1928, H. 39, S. 7. — ETZ 1929, S. 1292.

[6] Ber. dtsch. keram. Ges. 1927, H. 1, S. 44.

Die Isolierstoffe der Steatitgruppe.

Von E. Albers-Schönberg, Berlin.

Unter „Steatit“ versteht man eine Gruppe keramischer Erzeugnisse, die sich auf den Talkmineralien als wesentlichem und hauptanteiligem Rohstoff aufbauen. Die Talkmineralien sind wasserhaltige Magnesiumsilikate der ungefähren Formel $3\,MgO \cdot 4\,SiO_2 \cdot H_2O$. Unter den zahlreichen Abarten nimmt der Göpfersgrüner Speckstein, auch dichter Talk genannt, wegen seiner vorzüglichen keramischen Verarbeitbarkeit eine Sonderstellung ein, doch haben diejenigen Talke, die sich durch chemische Gleichmäßigkeit auszeichnen, gleichfalls technologische Bedeutung. Talk hat eine faserige oder schuppige Struktur, Speckstein hat keine Struktur in irgendeiner Richtung und ist überaus feinkristallin. Zur Steatitherstellung werden diese Rohstoffe sehr fein gemahlen. Im gemahlenen und befeuchteten Zustand zeigen sie eine gewisse Bildsamkeit, die zwar geringer ist als die der Tonsubstanz, doch zur Formgebung auch komplizierterer Teile noch ausreicht. Die Magnesiumsilikate kennzeichnet überdies eine besondere Formfähigkeit im trockenen Zustand; sie sind als feinkörniges Pulver in Matrizen nach dem sog. Trockenpreßverfahren formbar.

Das bekannteste und technisch bedeutsamste Speckvorkommen ist das von Göpfersgrün und Thiersheim im Fichtelgebirge. Dieser Speckstein hat einen Gehalt an Eisenoxyd von rd. 1,6 % Fe_2O_3. Daher rührt die charakteristische blaßgrünliche oder blaßgelbliche Tönung der Steatitartikel, die aus diesem Rohstoff hervorgehen. Manche Talke haben einen Eisengehalt von etwa 0,5 % Fe_2O_3 und liefern ein Steatitprodukt von weißem, porzellanartigem Aussehen. Es besteht vom Standpunkt des Verbrauchers gesehen kein Grund, die eine oder andere Farbe zu bevorzugen, da zwischen den genannten Farbtönungen und den physikalischen Eigenschaften kein Zusammenhang besteht. Für den Hersteller von Steatitteilen ist es wichtig, daß der Rohstoff möglichst weich, fein verteilbar und bildsam ist.

Unter „Steatit“ ohne nähere Bezeichnung wird das schon seit mehreren Jahrzehnten als Isolierstoff für alle Zwecke der Elektrotechnik bekannte Material verstanden, das aus Göpfersgrüner Speckstein hergestellt wird. Es wird im folgenden Steatit bk. (bekannt) genannt. Auf dem gleichen Rohstoff sind die neueren dielektrisch verbesserten Isolierstoffe Frequentit und Frequenta aufgebaut. Über Frequentit (Steatit V 282) wurde erstmalig in der ETZ im Jahre 1932 berichtet[1]. Calit und Calan[2] enthalten weißbrennenden Talk als Magnesiumsilikat-Rohstoff. Die Übersichtstafel 1 veranschaulicht den Zusammenhang. In der Horizontalen sind diejenigen Stoffe nebeneinandergestellt, die sich in dielektrischer Hinsicht nahestehen.

[1] Albers-Schönberg u. Gingold, ETZ 1932, S. 205; Stemag-Nachr. H. 10, 1933.

[2] Vgl. ETZ 1933, S. 422 und den vorangehenden Aufsatz.

Tafel 1.

Speckstein		Talk	
Steatit bk. Frequentit Frequenta	Brennfarbe gelblich oder grünlich	Calit Calit spezial Calan	Brennfarbe weiß oder elfenbeinfarbig

Eine Steatitmasse besteht zu mindestens 70 %, meistens jedoch zu 85 ··· 95 % aus Speckstein oder Talk. Den Rest bilden Zuschläge solcher Stoffe, die die völlige Verdichtung im Brande durch eutektische Schmelze und Kristallisationsvorgänge hervorrufen. Von dem durch Umwandlung des Speckstein- oder Talkmoleküls entstandenen Magnesiummetasilikat $MgO \cdot SiO_2$ tritt ein größerer Teil nicht in chemische Reaktion mit den Zuschlagstoffen, sondern erfährt beim fortschreitenden Brand ein Kristallisationswachstum, so daß am Ende ein innig verfilztes Kristallgefüge von Magnesiummetasilikat entsteht. Dieses Gefüge ist so typisch, daß es als Kennzeichen einer Steatitmasse gelten darf. Besser noch als vom Rohstoff her sind die Steatitmassen zu definieren als solche, die im gebrannten Zustand überwiegend aus kristallisiertem Magnesiummetasilikat bestehen. Wir lassen im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes alle diejenigen keramischen Stoffe beiseite, die nur kleinere Speckmengen zugeschlagen erhalten und die, wie die kristallographische Untersuchung zeigt, dem Steatit im strengen Sinne des Wortes nicht zuzurechnen sind.

Das Merkmal des Magnesiummetasilikat-Gefüges stellt die Steatitmassen in einen charakteristischen Gegensatz zu Porzellan. Hartporzellan enthält etwa 40% eines Feldspat-Kieselsäure-Glases und rd. 60 % kristallisierter Stoffe, bestehend aus Mullit und teilweise ungelöstem Quarz. Die Weichporzellane enthalten noch beträchtlich mehr an glasiger Substanz.

Von den beiden eingangs erwähnten Isolierstoffen Calit und Calan, die mit weißbrennendem Talk aufgebaut sind, fällt der erstgenannte in jeder Beziehung in den oben umrissenen Rahmen der Steatitmassen hinein. Für die Festigkeit dieses Stoffes werden vorzügliche Zahlen genannt, die nicht nur gegenüber dem Porzellan, sondern auch innerhalb der Steatitgruppe als gut zu bezeichnen sind (vgl. Tafel 2). Die Massen Steatit bk., Calit, Frequentit und Frequenta liegen sämtlich in einem charakteristischen Festigkeitsbereich. Die Abweichungen der von den verschiedenen Firmen veröffentlichten Festigkeitstabellen sind geringer als die Streuungen der Festigkeit innerhalb eines jeden einzelnen Stoffes je nach der Verarbeitungsweise. Calan stellt ein höher magnesiahaltiges Silikat dar als der Zusammensetzung des Specksteins und Talkes entspricht. Es nimmt daher gegenüber den vier andern Steatitmassen eine abgesonderte Stellung ein. Die wichtigste Eigenschaft dieser Masse ist ihr hohes Isolationsvermögen auch bei hohen Temperaturen und ihr

Digitized by Google

Zahlentafel 2. Stoffeigenschaften.

		Isolierstoffe der Steatitgruppe				Calan[3]
		Steatit bk[1]	Calit[2]	Frequentit[1] Calit spezial[2]	Frequenta[1]	
Raumgewicht g/cm³		2,6 ··· 2,8				2,8
Porosität Vol. %		0				0
Schlagbiegefestigkeit kgcm/cm²		3,5 ··· 5,0				2,9 ··· 3,2
Biegefestigkeit kg/cm²		1200 ··· 1600				1010
Zugfestigkeit kg/cm²		550 ··· 950				400 ··· 500
Druckfestigkeit kg/cm²		8500 ··· 10 000				5000 ··· 6000
Ausdehnungskoeffizient		7 ··· 9 · 10⁻⁶	7,8 · 10⁻⁶	6,5 ··· 7,5 · 10⁻⁶	6,2 ··· 6,8 · 10⁻⁶	7,6 · 10⁻⁶
Isolationswiderstand Ω · cm (~)	300°	10^{16}	$3{,}2 \cdot 10^{16}$	10^{16}	$2{,}5 \cdot 10^{16}$	—
	400°	10^{7}	$1{,}6 \cdot 10^{9}$	10^{9}	$2{,}3 \cdot 10^{9}$	$2{,}6 \cdot 10^{16}$
	500°	10^{6}	$1{,}8 \cdot 10^{8}$	10^{8}	$2{,}0 \cdot 10^{8}$	$1{,}3 \cdot 10^{9}$
	600°	$3 \cdot 10^{6}$	$3{,}2 \cdot 10^{7}$	$2 \cdot 10^{7}$	$4{,}1 \cdot 10^{7}$	$3{,}1 \cdot 10^{8}$
Durchschlagfestigkeit[3]		150 kV/cm	35 ··· 45 kV/mm	150 kV/cm	150 kV/cm	35 ··· 45 kV/mm

[1] Nach Messungen der Steatit-Magnesia AG. — [2] Nach Messungen der Hermsdorf-Schomburg Isolatoren Ges. — [3] Eine vergleichende Prüfung in gleichem Maßsystem liegt nicht vor. Die Meßwerte der beiden Firmen wurden an verschiedenen Prüfkörpern gewonnen.

Zahlentafel 3. Dielektrische Verlustfaktoren und Dielektrizitätskonstanten.
$\mathrm{tg}\,\delta \cdot 10^4$

Dielektrizitäts-Konstante ε	Stoff	$\lambda = 300$ m 1000 kHz	$\lambda = 200$ m 1500 kHz	$\lambda = 150$ m 2000 kHz	$\lambda = 75$ m 4000 kHz	$\lambda = 25$ m 12 000 kHz	$\lambda = 6$ m 50 000 kHz
5,0 ··· 6,5	Hartporzellan[1]	—	—	—	—	rd. 110	—
6,4	**Steatit bk.**[2]	20	—	19	18,1	17	15
6,5	**Calit**[2]	—	—	13	13,3	13,8	14,2
5,9	**Frequentit** (Steatit V 282)[2]	10	—	8,8	7,5	6,8	6
5,9 ··· 6,5	Calit spezial[2]	—	—		5 ··· 6		—
6,5	**Calan**[3]	—	—	3,6	3,7	3,8	4,7
5,6	**Frequenta** (Steatit U 102)[2]	—	4,3	—	3,2	2,9	2,8
—	Calan spezial[3]	—	—		2,1 ··· 2,2		—
—	Frequenta D[3]	3,3 ··· 3,5	—	—	—	2,0 ··· 2,2	—
7	Glimmer[3]	—	—	1,7	—	1,6	—

[1] Nach Messungen der Telefunken G. m. b. H. — [2] Nach Messungen von L. Rohde, Techn. phys. Inst. Univ. Jena. — [3] Nach Messungen der Steatit-Magnesia AG. mit Meßanordnung nach L. Rohde, Jena.

kleiner dielektrischer Verlust, der in demselben Bereich liegt wie der der Specksteinmasse Frequenta (vgl. Zahlentafel 3). In seiner Festigkeit erreicht Calan die Zahlen der anderen 4 Isolierstoffe dieser Gruppe nicht. Immerhin kommt die Zugfestigkeit des Calans noch der des besten Hartporzellans gleich. In der Druck- und Biegefestigkeit ist ein kleiner Überschuß über Hochspannungsporzellan vorhanden. Die Schlagbiegefestigkeit liegt in der Mitte zwischen Porzellan und Steatit. Die Entwicklungsarbeit verlustarmer Magnesiumsilikatmassen ist keineswegs abgebrochen worden. In den Versuchsreihen sind Massen gefunden worden, deren dielektrischer Verlust gegenüber den schon vielfach verwendeten Massen „Calan“ und „Frequenta“ eine weitere Erniedrigung aufweist (vgl. Zahlentafel 3).

Die Formungstechnik der Magnesiumsilikatmassen umfaßt die ganzen Möglichkeiten der Keramik. Hochspannungsisolatoren werden aus der plastischen Masse entweder frei oder unter Zuhilfenahme von Gipsformen gedreht. Rohre oder Profilkörper werden durch Mundstücke unter hydraulischem Druck herausgelassen. Zur Herstellung der zahllosen Formstücke kleinerer und mittlerer Abmessungen, wie sie die Niederspannungs-, Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik braucht, dient das schon eingangs erwähnte Trockenpreßverfahren in Stahlmatrizen. Die Matrizen haben genau abgemessene Füllräume, die eine Dosierung der Masse gestatten. Durch Schließung der Matrize wird die Masse, welche infolge der Glätte und Weichheit des feingemahlenen Specksteins sich bis in die äußersten Teile der Form hinschiebt, sehr hoch verdichtet. Der Formling erhält dabei eine bemerkenswerte Festigkeit, so daß er ohne Beschädigung aus der Form erhalten wird. Gegebenenfalls kann der Formling noch nachträglich Bohrungen oder andere zusätzliche Aussparungen erhalten. Dieses Verfahren hat seine besonderen Vorteile insofern, als die trocken gepreßten Stücke vor dem Brennen keiner Trocknung mehr bedürfen. Hierdurch ergibt sich eine Beschleunigung der Fabrikation und eine Ausfallminderung infolge der geringeren Zahl der Arbeitsvorgänge. Auch fällt die Trockenschwindung fort, d. h. derjenige Teil der Gesamtschwindung, der dem Trockenprozeß zugeordnet ist. Für Steatit, nach dem Trockenpreßverfahren verarbeitet, rechnet man mit einer reinen Brennschwindung von durchschnittlich 8 %, gegenüber einer etwa doppelt so großen Gesamtschwindung beim Preßporzellan. Im Trockenpreßverfahren, welches durch die besondere Schmiegsamkeit des gepulverten Rohstoffes ermöglicht wird, liegt die Ursache für die bekannte gute Maßhaltigkeit und Scharfkantigkeit gepreßter Steatitteile. Im allgemeinen können Formstücke der beschriebenen Magnesiumsilikatmassen mit

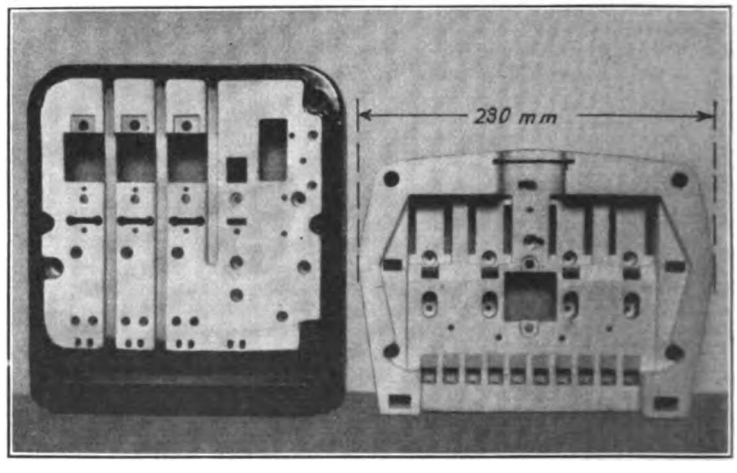


Abb. 1. Steatitpreßteile großer Abmessungen.

einer Toleranz von ± 2 % geliefert werden. In besonderen Fällen kann diese Grenze äußerstenfalls auf 0,5 % heruntergehen. Noch höhere Genauigkeit bis auf $^1/_{100}$ mm wird durch Nachschleifen erreicht.

Es sind im wesentlichen 4 Eigenschaften, welche die Steatitmassen als Isolierstoff wertvoll und unentbehrlich machen. Die mechanische Festigkeit — die Magnesiumsilikatmassen sind z. Z. die festesten keramischen Stoffe, die wir kennen —, die Maßgenauigkeit — eine Folge der Trockenverformung —, das hohe Isolationsvermögen auch

Digitized by Google

bei erhöhter Temperatur und der überaus geringe dielektrische Verlustfaktor.

Die hohe Festigkeit und der geringe Verlustfaktor sind physikalisch durch den homogen kristallinen Aufbau der Massen bedingt. Das verzahnte Kristallgefüge ist mechanisch fest, anderseits ist es genügend einheitlich, um im Sinne der Wagnerschen Theorie ein homogenes Dielektrikum zu bilden.

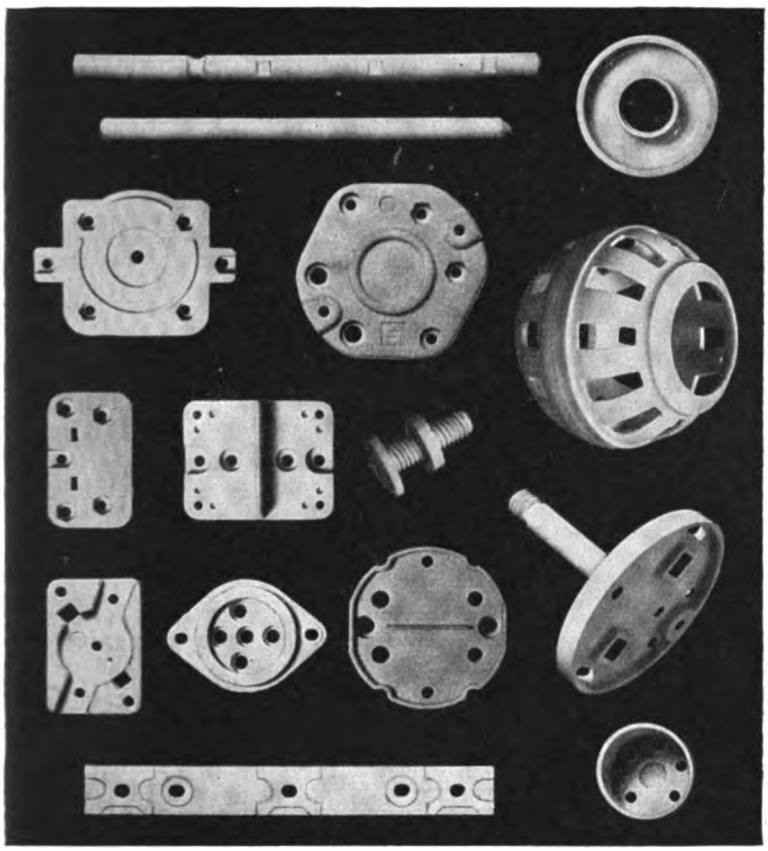


Abb. 2. Formstücke für den Sender- und Empfängerbau aus Frequentit und Frequenta.

Ein paar Anwendungsbeispiele (s. a. Abb. 1 u. 2) mögen die vielseitige Verwendung der Magnesiumsilikatmassen veranschaulichen. Die historisch älteste Anwendung einer Steatitmasse als Isolierstoff ist die Zündkerzenisolation. Hier wurden hohe Bruchfestigkeit, Maßgenauigkeit und gute elektrische Isolation gleichermaßen verlangt. Steatit ist ein wichtiger Hilfsstoff für den Schalterbau. Infolge seiner Hitzebeständigkeit ist es unempfindlich gegen den Schaltfunken. Maßgenauigkeit und Festigkeit sind auch hier wieder von allererster Wichtigkeit. Steatitmassen sind nietbar, was die Montage der Schalter recht einfach gestaltet. Ein weiteres elektrotechnisch wichtiges Steatitfabrikat sind die Sicherungspatronen. Wieder erbringt die Maßgenauigkeit ein einfaches Verfahren, die Metallteile aufzupressen. Auch in die Elektrowärme fand Steatit Eingang, obschon die große Menge der Heizleiterträger ganz anders gearteter Sondermassen bedarf.

Auf dem Hochspannungsgebiet wird Steatit, u. zw. durchweg Steatit bk., dort verwendet, wo die gegenüber Porzellan höhere Festigkeit von Vorteil ist, so bei Kettenisolatoren der Vollkernbauart, bei Stützisolatoren mit hoher Biegebeanspruchung u. dgl. Der kleine dielektrische Verlust führt zur Verwendung von Steatitisolatoren für Mastfüße an Antennentürmen, Zugisolatoren in Pardunenabspannungen, Stab- und Abspannisolatoren für Antennen, Durchführungen sowie Sonderisolatoren für Hochfrequenz. Vollkern-Stützenisolatoren, in Steatit hergestellt, werden vorzugsweise benutzt, wo hohe Sicherheit gegen Biegebelastungen oder geringer Verlust bei starker dielektrischer Beanspruchung durch Hochfrequenz oder beides gleichzeitig verlangt wird, wie dies beispielsweise bei der Isolation für die Zuleitungen zu Hochleistungsantennen der Fall ist.

Die geringen dielektrischen Verluste der Stoffe der Steatitgruppe eröffnen zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten im Gebiet der kurzen Wellen. Kleinheit des dielektrischen Verlustes ist in allen denjenigen Anordnungen wichtig, in denen auf Resonanz abgestimmt werden soll. Aus diesem Grunde haben die Stoffe bereits in den Rundfunk-Apparatebau reichlich Eingang gefunden. Sie finden Verwendung als Baustoffe für Röhrensockel, Spulenträger, für Isolierstücke und Achsen von Drehkondensatoren, ferner als Baustoffe für Grundplatten und Durchführungen. Auch abgeschirmte Hochfrequenzleitungen und Hochfrequenzkabel werden vorteilhaft unter Verwendung dieser Stoffe in Form von Perlen oder Ringen zwischen Leiter und abschirmendem Mantel hergestellt.

Spielten im Gebiet des Rundfunk-Apparatebaues bei den niedrigen Spannungen die Verluste nur als Kreisdämpfung eine Rolle, so tritt im Senderbau mit den hohen erforderlichen Leistungen und Spannungen auch die durch die Verluste bedingte Erwärmung in Erscheinung, die wieder durch Verwendung des verlustarmen Stoffes wirksam bekämpft wird.

Das Bemerkenswerteste der gesamten neueren Entwicklung der Speckstein- und Talkmassen, die einerseits zu „Frequenta", anderseits zu „Calan" führte, ist die Tatsache, daß eine Gruppe keramischer Stoffe in ihrem dielektrischen Verhalten nunmehr hart an das Gebiet des Glimmers heranrückt und hierbei den ganzen Reichtum der keramischen Formungsmöglichkeiten in Verbindung mit hoher Festigkeit und absoluter Formbeständigkeit mit sich bringt.

Das Glas als Isolierstoff.

Von **W. Hänlein**, Berlin.

Das Glas verdankt seine Verwendung in der Elektrotechnik der Entwicklung der Vakuumtechnik durch die Erfindung der Glühlampe. Bei der Glühlampe dient nur im Fuß mit den Stromzuführungen das Glas als Isolierstoff; für Verstärker- und kleine Senderöhren gilt das gleiche. Bei größeren Senderöhren, Röntgenröhren, Gleichrichtern und Leuchtröhren trägt auch die Glashülle zur Isolation bei, da hier Anoden- und Kathodenzuleitung gegenüberliegend angeordnet sind. Man kann sagen, daß Glas als Isolierstoff bisher im allgemeinen nur dann zur Anwendung kommt, wenn entweder seine Durchsichtigkeit es erfordert oder eine Verschmelzung mit Metallen notwendig ist. Glas ermöglicht also die Herstellung von vakuumdichten Durchführungen, die man wiederum mit einem anderen Glas- oder Porzellankörper verschmelzen kann. Um die Verwendungsmöglichkeiten der Gläser als Isolierstoff näher zu kennzeichnen, sollen im folgenden die dafür wichtigsten elektrischen, mechanischen, thermischen und chemischen Eigenschaften kurz aufgeführt werden.

Chemische Zusammensetzung der Gläser.

Vorausgeschickt sei, daß die Gläser normalerweise bestehen aus einer Glassäure, in der Hauptsache Kieselsäure, gelegentlich auch Borsäure, einem Alkalioxyd, meistens Natron oder Kali, und aus einem Erdalkali, meistens Kalziumoxyd, gelegentlich auch Magnesiumoxyd und Bariumoxyd. An Stelle des Erdalkalis können auch andere zwei- oder vierwertige Oxyde ähnlicher Art, z. B. Zinkoxyd und Bleioxyd, treten. Die normalen Gläser ent-

Digitized by Google

halten etwa 65 ··· 80 % Kieselsäure, 5 ··· 20 % Alkali, 5 bis 15 % Erdalkali bzw. Zinkoxyd; die Gehalte an Bariumoxyd können 40 %, diejenigen an Bleioxyd in einzelnen Fällen sogar 80 % erreichen. An Stelle der Kieselsäure tritt bei Spezialgläsern Borsäure in der Größenordnung bis zu 15 %. Auch die Tonerde in Höhe von 3 ··· 5 % tritt als wichtiger Glasbestandteil in vielen Gläsern auf. Wie aus diesen wenigen Zahlen hervorgeht, liegt eine außerordentlich starke Variationsmöglichkeit in der Zusammensetzung vor, der eine ebenso starke Änderung in den Eigenschaften entspricht.

Elektrische Eigenschaften.

Der spezifische Widerstand der Gläser erreicht bei Zimmertemperatur Werte von $10^{11} \cdots 10^{20}\ \Omega \cdot$ cm je nach der Zusammensetzung. Durch Änderung des Gehaltes an Erdalkalien sowie besonders des Alkaligehaltes kann der spezifische Widerstand um mehrere Größenordnungen geändert werden. Mit steigender Temperatur sinkt der spezifische Widerstand der Gläser. Es gilt hier das Gesetz von Rasch und Hinrichsen: $\lg \sigma = A/T + B$, wo A und B Konstanten sind und T die absolute Temperatur. Für ein sog. Thüringer Glas ergaben sich beispielsweise dabei für die Konstanten A und B die Werte $A = 5{,}01$, $B = 2{,}08$. Die Konstante A, welche den Temperaturkoeffizienten des spezifischen Widerstandes angibt, ist für alle Gläser von gleicher Größenordnung. Die Gleichung beschreibt mit den hier angegebenen Konstanten den Verlauf des spezifischen Widerstandes bis zum Erweichungspunkt (Transformationspunkt) sehr gut. Bei Temperaturen oberhalb des Transformationspunktes erfolgt der Abfall des spezifischen Widerstandes schneller, als er durch diese Gleichung beschrieben wird. Im Transformationspunkt hat der Temperaturkoeffizient des Widerstandes eine Unstetigkeitsstelle. Das Fallen des Widerstandes mit der Temperatur ist besonders zu beachten, sobald bei Beanspruchung Erwärmungen auftreten.

Die Durchschlagfestigkeit hängt ebenfalls sehr stark von der Zusammensetzung ab. Eine Änderung des Gehaltes an Erdalkalien erhöht die Durchschlagfestigkeit, an Alkalien setzt sie herab; die hierdurch erreichbare Änderung beträgt 250 ··· 300 %. Die Höhe der gemessenen Durchschlagfestigkeit sinkt mit zunehmender Plattendicke. Bei einer Wandstärke von 1 cm kann man je nach der Zusammensetzung mit Werten von 100 ··· 300 kV/cm rechnen. Auch das Einbettungsmittel hat einen Einfluß auf die Durchschlagspannung; die in Anilin und Transformatorenöl ausgeführten Messungen ergaben Werte, die sich wie 2 : 1 verhalten.

Die Überschlagfestigkeit ist an Gläsern noch nicht untersucht worden, jedoch dürfte hier dasselbe gelten wie bei Porzellan, bei dem es sich in den Glasuren auch um ein Glas handelt. Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit werden also denselben Einfluß ausüben wie bei Porzellan. Auf die Bedeutung des Oberflächenwiderstandes soll bei Besprechung der chemischen Eigenschaften noch näher eingegangen werden.

Die dielektrischen Verluste und der Verlustwinkel nehmen mit steigender Temperatur zu. Bei 100 ··· 400 kV_{eff} und 50 Hz wurde der Verlustwinkel tg δ an Minosglas — einem Glas, das besonders für Kondensatoren verwendet wird — zu 1,71′ und die dielektrischen Verluste zu $0{,}8 \cdots 10 \cdot 10^{-6}\ \frac{\text{Watt/cm}^3}{(\text{kV}_{eff})^2/\text{cm}}$ gemessen. Zur Charakterisierung der außerordentlichen Variationsmöglichkeit seien noch einige Zahlen für die dielektrischen Verlustwinkel angegeben: Bei einer Frequenz von 1000 Hz sowie 30 000 Hz wurde der Verlustwinkel gemessen für ein weiches Kalkglas zu 252′ und 102′, für ein mittelhartes Kalkmagnesiaglas zu 60′ und 36′, für ein Hartglas zu 22,2′ und 19,8′. Die Alkalien bewirken auch hier ein Ansteigen der dielektrischen Verluste, die Erdalkalien eine Abnahme.

Die Dielektrizitätskonstante erreicht je nach der Zusammensetzung Werte von 3,75 ··· 16. Quarzglas hat eine Dielektrizitätskonstante von 3,75, Pyrexglas 4,8, ein mittelhartes Kalknatronglas 8,1 und sehr hoch bleihaltiges Bleisilikatglas die hohe Dielektrizitätskonstante von 16,1. Im Transformationspunkt steigt die Dielektrizitätskonstante der Gläser auf außerordentlich hohe Werte.

Mechanische Eigenschaften.

Das Verhalten der Gläser bei dem Verarbeiten aus der Schmelze sowie dem Verblasen vor der Lampe ist gekennzeichnet durch den Temperaturverlauf der Viskosität. Bei 1400 ··· 1500 ° C haben die Gläser eine Viskosität von rd. 10^2 CGS-Einheiten, im Erweichungspunkt (Umwandlungs- oder Transformationspunkt), der für weiche Gläser um 400 ° C liegt, für mittelharte Gläser um 500 ° C und für harte Gläser um 600 ··· 700 ° C, 10^{13} CGS-Einheiten, bei Zimmertemperatur $10^{18} \cdots 10^{20}$ CGS-Einheiten. Die Viskosität der Gläser kann ebenso wie alle übrigen Eigenschaften in sehr weiten Grenzen vorzüglich durch den Alkaligehalt verändert werden.

Die Festigkeitswerte der Gläser erweisen sich im Vergleich zu anderen Isolierstoffen als ziemlich hoch. Für die Zugfestigkeit liegen Werte von 400 ··· 800 kg/cm² vor, gemessen an Stäben von etwa 3 ··· 4 mm Dmr. Die Erdalkalien bewirken hierbei in gewissen Grenzen eine Steigerung. Die Druckfestigkeit der Gläser beträgt 6000 bis 12 000 kg/cm², gemessen an quadratischen Platten.

Das spezifische Gewicht der Gläser ändert sich von dem Wert 2,2 für Quarzglas bis auf 6 für schwere Bleigläser, wie sie als Röntgenschutzgläser Verwendung finden. Den stärksten erhöhenden Einfluß auf das spezifische Gewicht haben hierbei Bariumoxyd und Bleioxyd.

Thermische Eigenschaften.

Die meisten Gläser werden bei ihrer Verwendung als Isolierstoff mit Metallen verschmolzen. Für die Dauerhaftigkeit einer solchen Verbindung ist der Ausdehnungskoeffizient des Glases bestimmend. Von großer Wichtigkeit ist der Ausdehnungskoeffizient in Verbindung mit den mechanischen Daten ferner für die sog. Temperaturwechselbeständigkeit, die ein Maß dafür ist, von welcher Temperatur aus ein Isolierstoff abgeschreckt werden kann, ohne zerstört zu werden.

Den niedrigsten Ausdehnungskoeffizienten hat Quarzglas mit $5 \cdot 10^{-7}$/° C. Quarzglas hat auch die höchste Temperaturwechselbeständigkeit. Durch Änderung der Zusammensetzung kann dieser Wert kontinuierlich bis über $120 \cdot 10^{-7}$/° C gesteigert werden. Zur Änderung des Ausdehnungskoeffizienten dient im besonderen der Alkaligehalt, der den Ausdehnungskoeffizienten heraufsetzt. Herabsetzend wirken Kieselsäure und Borsäure. Die meisten Gläser liegen in ihrem Ausdehnungskoeffizienten annähernd so, daß sie sich mit Platin verschmelzen lassen. Das trifft im besonderen für die meisten Glühlampengläser zu. Derartige Gläser enthalten im Mittel 14 ··· 17 % Alkali. Gläser mit geringerem Ausdehnungskoeffizienten, sog. Hartgläser, erzielt man durch Verringerung des Alkaligehaltes; um eine bessere Schmelzbarkeit dieser sehr harten Gläser zu erreichen, wird in diese Gläser Borsäure eingeführt, die gleichzeitig nochmals den Ausdehnungskoeffizienten herabsetzt. Man erzielt in dieser Weise Gläser, die sich an Quarz anschmelzen lassen, ferner solche, die auf Wolfram und Molybdän passen. Gläser mit derart geringem Ausdehnungskoeffizienten, z. B. Pyrexglas, finden bereits als Freileitungsisolatoren Verwendung.

Während es bei den elektrischen Bedingungen, die für Gläser gestellt werden, meist nur darauf ankommt, einen bestimmten Wert zu überschreiten, muß der Ausdehnungskoeffizient beim Verschmelzen mit Metallen sehr genau eingehalten werden, da sonst die Verschmelzungen springen oder nicht vakuumdicht sind. Beim Verschmelzen mit Metallen ist zu beachten, daß der Temperaturkoeffizient des Ausdehnungskoeffizienten bei Gläsern größer ist als der der meisten Metalle. Es genügt zur Anpassung von Gläsern auf Metalle daher nicht, die Ausdehnungskoeffizienten bei Zimmertemperatur aufeinander abzustimmen; vielmehr macht man zweckmäßig die Gesamtausdehnung des Glases zwischen Zimmertemperatur und Erweichungspunkt der Gesamtausdehnung des Metalls von Zimmertemperatur bis zum Erweichungspunkt des Glases gleich.

Chemische Eigenschaften.

Aus den oben angeführten Daten über die außerordentlichen Änderungsmöglichkeiten in der Zusammensetzung der Gläser ergibt sich ohne weiteres, daß die Widerstandsfähigkeit der Gläser gegenüber chemischen Agentien sehr stark variieren kann. Im allgemeinen sinkt die Widerstandsfähigkeit gegenüber allen Agentien mit zunehmendem Alkaligehalt der Gläser. Ferner sind durch Säuren basische Gläser besonders gefährdet, saure Gläser dagegen widerstandsfähig; umgekehrt verhalten sich saure Gläser gegenüber Angriff durch Basen ungünstiger als basische Gläser.

Von besonderer Bedeutung ist die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien zur Erzielung von absolut witterungsbeständigen Gläsern. Chemische Angreifbarkeit besonders durch atmosphärischen Einfluß und Überschlagfestigkeit stehen in Zusammenhang durch den Ober-

Digitized by Google

flächenwiderstand. Nicht verwitterungsfeste Gläser haben an und für sich meist einen niedrigen Oberflächenwiderstand, außerdem wird durch die Verwitterung die Oberfläche aufgerauht und die Anlagerung von Staubteilchen begünstigt. Hierdurch wird wiederum eine Herabsetzung des Oberflächenwiderstandes hervorgerufen, die dann bei Einwirkung von Nebel an Freileitungsisolatoren den Überschlag herbeiführen kann. Durch die weiten Änderungsmöglichkeiten in der Zusammensetzung der Gläser kann man in den meisten Fällen Gläser von genügender Widerstandsfähigkeit gegen den in Frage kommenden Angriff erzielen.

Aus dem bisher ausgeführten geht hervor, daß sich mit Gläsern durch entsprechende Zusammensetzung Werte erzielen lassen, welche die der anderen Isolierstoffe erreichen und sogar übertreffen. Besonders hervorzuheben ist die außerordentlich leichte Variationsfähigkeit der Gläser, die sich wohl nur mit wenigen Werkstoffen in dieser Weise erreichen läßt. Bei den außerordentlich guten Eigenschaften der Gläser, den sehr weit durchgebildeten Prüfverfahren auf wissenschaftlicher Grundlage wäre zu hoffen, daß das Glas auch auf Gebieten, auf denen bisher andere Isolierstoffe vorherrschen, in Zukunft eine größere Verwendung findet.

Geschichtete und geklebte Isolierstoffe.

Von W. Senst, Düren, Rhld.

Der Vorteil eines geschichteten Isolierstoffes gegenüber einem homogenen Isolierstoff wird durch folgenden Vergleich ersichtlich. Befindet sich in einer 3 mm starken Gummiisolation eine Unreinigkeit oder eine Luftblase, so wird diese leicht räumlich 1 mm oder mehr in Anspruch nehmen und sicher einen Durchschlag verursachen. Hat die rd. 0,1 mm starke Papierbahn einer 3 mm starken Hartpapierisolation an einer Stelle ein Loch, so liegen noch 29 gesunde Schichten in Reihe dahinter. Die Sicherheit ist also bei gleicher elektrischer Festigkeit der Isolierstoffe infolge der geschichteten Anordnung weitaus höher, wenn die Beanspruchung quer zur Schichtung erfolgt. Parallel zur Schichtung ertragen die geschichteten Isolierstoffe vielfach nur $^1/_{10}$ der quer zur Schichtung zulässigen Beanspruchung.

Auch die Tatsache, daß jeder Isolierstoff in dünnen Schichten elektrisch besser ist als in dicken Schichten, läßt den Aufbau aus vielen dünnen Schichten vorteilhaft erscheinen. Dicke Platten eines aus dünnen Schichten bestehenden Isolierstoffes haben jedoch ebenfalls stets eine erheblich geringere Festigkeit als dünne Platten.

Die Annahme, daß der elektrische Durchschlag eine reine Wärmeerscheinung sei, dürfte für die geschichteten Isolierstoffe sicher zutreffen. Dicke Platten müssen dann schon deshalb relativ früher durchschlagen als dünne, weil die Wärmeableitung bei ihnen ungünstiger ist, um so mehr, da das Wärmeleitvermögen sehr gering ist. Aus den gleichen Gründen erklärt sich auch das starke Zurückgehen der elektrischen Festigkeit der geschichteten Isolierstoffe bei höheren Wärmegraden.

Die Eigenschaften der geschichteten und geklebten Isolierstoffe sind so weitgehend durch ihre Herstellungsweise bedingt, daß bei einer Betrachtung ihrer Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten auch auf ihre Herstellung eingegangen werden muß. Die Isolierstoffe sind hier in der Reihenfolge behandelt, in der sie in die Elektrotechnik eingeführt wurden.

Als man anfing, elektrische Maschinen zu bauen, wurde zur Isolierung der Kollektor- oder Kommutatorlamellen ein plattenförmiger Isolierstoff erforderlich, der bei einer Stärke von Bruchteilen von Millimetern eine ausreichende mechanische Festigkeit, hohe elektrische Durchschlagfestigkeit und außerdem eine möglichst große Wärmebeständigkeit hatte. Als das Geeignetste hierfür erwies sich Glimmer, der, wenn er rein ist, die verlangten Eigenschaften in hohem Maße besitzt und deshalb dieses Anwendungsgebiet auch bis heute uneingeschränkt behauptet hat. Glimmer ist ein Gestein, das sich leicht von Hand mit dem Messer in dünne Platten und beinahe beliebig dünne Blättchen spalten läßt. Er stellt einen geschichteten Isolierstoff dar, den uns die Natur beinahe gebrauchsfertig zur Verfügung stellt.

Die in der Natur anfallenden Stücke reichten für die immer größer werdenden Kommutatoren aber schon bald nicht mehr aus. Man ging deshalb vom natürlich geschichteten Isolierstoff zum künstlich geschichteten über, indem man größere Platten aus kleinen Stücken eines guten reinen Glimmers, dem sog. Spaltglimmer, zusammenklebte. Die Herstellung dieses Mikanit genannten Isolierstoffes erfolgt durch Aufeinanderschichten einzelner Lagen von Glimmerblättchen, die meist eine Stärke von unter 0,1 mm haben und von Hand so gelegt werden, daß sie sich gegenseitig überlappen, was eine große Handfertigkeit der Arbeiterin verlangt. Der Klebstoff, meist in Alkohol gelöster Schellack, also ein Naturharz, wird mit dem Pinsel aufgetragen oder aufgespritzt. Ist die erforderliche Anzahl von Lagen erreicht, so werden die Platten in geheizten, meist hydraulisch betätigten Plattenpressen einem hohen Druck ausgesetzt und erhalten dadurch die erforderliche mechanische Festigkeit. Sie behalten aber, besonders wenn sie lackarm sind, eine Neigung zum Spalten und Splittern. Das Legen und Kleben von Glimmerplatten geschieht auch, meist unter Anwendung von Saugluft maschinell, was aber bei der geringen Dicke, der Leichtigkeit und Unregelmäßigkeit der Stücke und ihrer Neigung aneinanderzuhaften Schwierigkeiten bereitet. Auf derartigen Maschinen lassen sich auch nur dicke Platten herstellen, wobei Stärkeunterschiede und schlecht geklebte Stellen von Hand nachgearbeitet werden müssen. Mikanit von geringer, genau einzuhaltender und gleichmäßiger Stärke dürfte auch heute noch durchweg in der primitiv erscheinenden Weise von Hand hergestellt werden.

Je nach dem Verwendungszweck unterscheidet man Kommutator-Mikanit, Heiz-Mikanit, Form-Mikanit und Flexibel-Mikanit. Der Klebstoff- oder Lackgehalt bewegt sich je nach dem Verwendungszweck zwischen 4 und 35 %. Nach den dadurch bedingten Farbunterschieden nennt man lackarmes Material auch Weißmikanit und lackreiches Braunmikanit. Mikanit für Kommutatorlamellen muß möglichst lackarm gehalten werden, weil sonst infolge des Druckes und der Erwärmung, dem es während des Betriebes des Kommutators ausgesetzt ist, der Lacküberschuß an der Kommutatoroberfläche austritt, sie verschmiert, Funkenbildung hervorruft und sogar ein Lockerwerden des Kommutators eintreten kann. Die Stärke dieses Materials muß sehr genau und gleichmäßig eingehalten werden, was sehr sorgfältige Handarbeit beim Legen und Kleben der Platten und ein beiderseitiges Abschleifen der gepreßten Platten auf genaues Maß bedingt. Auch Heiz-Mikanit zum Aufwickeln und Einbetten von Heizwiderständen für Bügeleisen und ähnliche Zwecke muß lackarm gehalten werden, damit sich nicht bei den in Frage kommenden hohen Temperaturen durch verkohlenden Lacküberschuß leitende Brücken bilden. Form-Mikanit ist lackreich oder hat einen mittleren Lackgehalt und dient zur Anfertigung von Rohren und Formstücken. Flexibel-Mikanit ist auch in kaltem Zustande biegsam und läßt sich daher dem jeweiligen Verwendungszweck gut anpassen. Zum Wickeln von Rohren und Isolieren von Wicklungsteilen, besonders von Hochspannungsmaschinen, dient Mikafolium, das aus einer Lage Papier und einer Lage Glimmer besteht und dabei nur eine Gesamtstärke von 0,2 ... 0,13 mm besitzt. Die Glimmerseite ist mit einem Lackaufstrich versehen, der beim Aufwickeln, Anpressen und Erwärmen sich mit der Rückseite der Papierlage fest verbindet. Zur Verringerung der dielektrischen Verluste wird Mikafolium auch mit asphaltartigen Bindemitteln hergestellt, doch dürfte die Frage noch offen sein, ob nicht die Lebensdauer des Isolierstoffes hierdurch beeinträchtigt wird.

Für besondere Zwecke werden auch Isolierstoffe angefertigt, welche Zusammenstellungen aus Glimmer oder Mikanit mit Papier, Seidenpapier, Asbest oder Geweben darstellen. Als Gewebe kommen dabei Baumwollmull, meist als Leinen bezeichnet, Baumwollbatist oder Seide in Frage. Der Zweck der Decklagen aus Seidenpapier oder Gewebe ist, eine Verletzung oder ein Absplittern der dünnen empfindlichen Glimmer- oder Mikanit-Isolationsschicht zu verhindern. Die Gesamtstärke derartiger Isolierstoffe bewegt sich zwischen 0,2 und 0,8 mm.

Digitized by Google

Die verbreitetste Form der Isolierstoffe sind nach den Isolierplatten die Isolierrohre. Die Herstellung erfolgt bei den hier in Frage kommenden Rohstoffen durchweg durch Aufwickeln auf einen Wickeldorn. Mikanit-Rohre, fälschlich oft Reinglimmer-Rohre genannt, werden aus Form-Mikanit gewickelt und erhalten innen und außen eine Papierlage, welche einen Schutz gegen Absplittern bildet und den Zusammenhalt erhöht. Derartige Rohre werden heute nur noch selten verwendet. Man zieht im allgemeinen Mikafolium-Rohre, also aus Mikanit und Papier gewickelte Rohre vor.

Für die Massenfabrikation elektrischer Maschinen und Apparate werden in großem Umfange Formstücke aus Mikanit in besonders dafür angefertigten Preßformen hergestellt, wie zum Beispiel Kommutatorringe oder -kappen, Winkelschienen, U-Schienen u. dgl. Die Herstellung erfolgt durch Einlegen passend zugeschnittener Stücke von Plattenmaterial in eine Form, welche aus zwei Teilen besteht, die durch Schrauben aneinander gepreßt werden. Die gefüllte Form wird in einen Ofen eingebracht, öfters nachgespannt und der Wärme so lange ausgesetzt, bis das Formstück „ausgebacken" ist und die genügende Festigkeit besitzt. In derselben Weise stellt man auch aus rund gewickelten Rohren Ovalrohre, Vierkantrohre u. dgl. her.

Als Klebstoff wird für die Herstellung von Glimmererzeugnissen fast ausschließlich in Alkohol gelöster Schellack, also ein Naturharz, verwendet. Für auch in kaltem Zustande biegsames Mikanit kommen besonders zusammengesetzte Klebstoffe in Frage. Die Kunstharze, welche bei der Herstellung von Hartpapier in so großem Umfange verwendet werden, haften an Glimmer zu wenig und haben daher Schellack trotz ihrer höheren Temperaturbeständigkeit hier nicht verdrängen können. Hingegen hat sich „Glyptal", ein nach einem amerikanischen geschützten Verfahren hergestellter Klebstoff mit hoher Temperaturbeständigkeit, gut eingeführt und bewährt.

Der Vollständigheit halber seien drei der ältesten Isolierstoffe miterwähnt, welche im allgemeinen nicht zu den geschichteten Isolierstoffen gerechnet werden, obwohl sie durch das Aufwickeln von Schichten hergestellt sind. Es sind dies Elektrolackpappe, Preßspan und die Isolierrohre für Hausinstallation. Die beiden ersteren haben, obwohl sie technisch durch andere teuerere Stoffe überholt wurden, durch ihren günstigen Preis große Anwendungsgebiete behaupten können.

Aus Pappe hergestellte Zählerspulen, Schalterschutzkästen und dergleichen, welche nach der Formgebung in Holzöl getränkt, „gebacken", geschliffen und lackiert werden, ergeben den Isolierstoff Elektrolackpappe, der für viele elektrische und mechanische Beanspruchungen durchaus genügt.

Preßspan wird aus hochwertigen Faserstoffen unter Anwendung von Wärme und hohem Druck hergestellt und ist ein Stoff mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften, der in trockenem Zustande auch sehr beträchtliche elektrische Beanspruchungen aushält, aber sehr zur Feuchtigkeitsaufnahme neigt. Preßspan wird auch zur Herstellung von Isolierzylindern in Öltransformatoren verwendet. Beim Auskochen der Transformatoren wird die Feuchtigkeit aus dem Preßspan und den Baumwollisolationen der Wicklungen entfernt und beides vollkommen mit Öl durchtränkt, so daß der Preßspan in der Hauptsache nur eine mechanisch beanspruchte Zwischenlage und den Träger der aufgesogenen Ölisolationsschicht bildet.

Die mit einem Mantel aus Messing oder verbleitem Eisen als mechanischem Schutz versehenen Isolierrohre für Hausinstallation bestehen aus drei Papierstreifen, von welchen der innere gefalzt und die beiden anderen in entgegengesetzter Richtung spiralig herumgewickelt sind. Das so entstehende Papierrohr wird mit einer aus Erdpechen bestehenden Imprägniermasse getränkt. Auch bei diesem Rohr dient der Faserstoff ebenso wie bei der Elektrolackpappe kaum als Isolierstoff, sondern als Träger der Imprägniermasse.

Papier wurde für die Herstellung von hochwertigen Isolationen für elektrische Maschinen und Apparate zunächst überhaupt nicht in Betracht gezogen wegen seiner Brennbarkeit und der Neigung, Feuchtigkeit aufzunehmen. Eine Ausnahme bildete das Dielektrikum der Kondensatoren für Fernsprechzwecke, die schon damals aus Metallfolie und Papier gewickelt wurden, das in Paraffin, Öl oder Öllack getaucht und „Ölpapier" genannt wird. Da die Güte des Isolierstoffes für die Haltbarkeit der elektrischen Maschinen von entscheidender Bedeutung ist und nur einen verhältnismäßig sehr geringen Teil des Maschinenpreises ausmacht, war das Beste und Teuerste gerade gut genug, und es mußte verfehlt erscheinen, am Isolierstoff zu sparen.

Anders lagen die Verhältnisse bei der Herstellung von isolierten Leitungen und Kabeln, besonders wenn der Kupferpreis verhältnismäßig niedrig und der Gummipreis hoch lag, wie es häufig vor dem Kriege der Fall war. Hier bedeutete der Übergang vom Gummi zu getränkten Faserstoffen eine erhebliche Verbilligung der Isolation und die Möglichkeit, bei der Kraftübertragung größere Strecken wirtschaftlich zu überwinden. Man stellte daher schon um die Jahrhundertwende die Isolation von Hochspannungskabeln durch spiraliges Bewickeln der Kupferleiter mit Papierstreifen her, die unter Anwendung von Wärme, Vakuum und Druck mit hochwertigen Imprägniermassen durchtränkt wurden. Diese Anordnung, bei der Papierschichten zusammen mit hochwertigen Imprägniermassen die Isolation bilden, hat sich für Hochspannungsbleikabel vorzüglich bewährt.

Nachdem man die Möglichkeit, hochwertigen Isolierstoff aus Papier herzustellen, erkannt hatte, war der Übergang von der Mikanitherstellung zur Hartpapiererzeugung verhältnismäßig einfach. Stapel von zweiseitig lackiertem Isolierpapier konnten genau wie Mikanitplatten unter den gleichen Plattenpressen zu Hartpapierplatten gepreßt werden. Die Wickelmaschinen für Mikanitrohre ließen sich zum Teil ebenfalls ohne weiteres für die Herstellung von Hartpapierrohren verwenden. Die wachsenden Ansprüche an Güte und Abmessungen der Rohre und Zylinder machten jedoch bald größere, vollkommenere Maschinen erforderlich. Um den für ein gutes Hartpapier erforderlichen Druck auch beim Rohrwickeln zu erzeugen, wurde die Papierbahn so straff wie möglich gespannt und das Rohr während des Wickelns gleichzeitig dem Druck möglichst schwerer geheizter Walzen ausgesetzt. Trotzdem lassen sich dabei die Drücke, welche in Plattenpressen zur Verfügung stehen, nicht erreichen, weshalb man auch schon Maschinen gebaut hat, bei welchen die Druckwalzen hydraulisch gegen das zu wickelnde Rohr gepreßt werden.

Das Auftragen des gelösten Klebstoffes auf das Papier erfolgte zunächst von Hand, später aber auf besonderen Papierlackiermaschinen, die zweckmäßig mit Wiedergewinnungseinrichtungen für das Lösungsmittel versehen werden. Das Lösungsmittel muß nach dem Auftragen des Lackes verdampft werden, wobei die Gefahr besteht, daß Reste desselben zurückbleiben und den elektrischen Wert des Fertigerzeugnisses beeinträchtigen. Man hat versucht, diesen Übelstand zu vermeiden und gleichzeitig das Lösungsmittel zu sparen, indem man das Harz in Pulverform aufbrachte oder in geschmolzener Form ohne Lösungsmittel auftrug. Diese Maßnahmen erscheinen jedenfalls sehr zweckmäßig, doch ist nicht bekannt geworden, ob und mit welchem Erfolge sie bisher in die Praxis eingeführt werden konnten.

Die Hauptschwierigkeit beim Wickeln von Hartpapierrohren ist das Vermeiden von Falten und Blasen, da durch sie Durchschläge verursacht werden. Die Papierbahn zeigt häufig in der Mitte und an den Rändern eine verschiedene Stärke. Beim Wickeln kommen die dicken Stellen stets aufeinander zu liegen, weshalb das Rohr an diesen Stellen einen hohen und an andern Stellen einen zu geringen Druck bekommt, woraus sich beträchtliche Güteunterschiede in ein und demselben Rohr ergeben können. Vielfach ist auch die Papierbahn in der Mitte gegenüber den Rändern gedehnt, so daß sich beim Wickeln in der Mitte des Rohres ein Materialüberschuß ergibt, der zur Faltenbildung führen muß, wenn er nicht durch einen Überschuß an Klebstoff ausgeglichen werden kann.

Als Klebstoff verwendete man zunächst ebenso wie bei der Herstellung von Mikanit ausschließlich Schellack. Da dieser bei etwa 60 ° C wieder erweichte und die Möglichkeit, die Erweichungsgrenze von Naturharz durch eine Wärmebehandlung heraufzusetzen, noch nicht bekannt war, mußten die Beanspruchungs- und Abkühlungsverhältnisse der elektrischen Maschinen und Transformatoren so bemessen werden, daß die Wärme nicht über 60 ° ansteigen konnte, weil andernfalls mit Formveränderungen oder Auflösung des Isolierstoffs gerechnet werden mußte. Höhere Wärmegrade konnte man deshalb nur da zulassen, wo die mechanische Anordnung eine Formveränderung des Isolierstoffs verhinderte, wie dies zum Beispiel bei den Kommutatorlamellen der Fall ist.

Eine große Verbesserung des Hartpapieres brachte die Einführung des nach dem Erfinder Bakeland Bakelit genannten Kunstharzes, eines Kondensationsprodukts aus Phenolen und Formaldehyden, in die Elektrotechnik um das Jahr 1910 herum. Während die damals verwand-

Digitized by Google

ten Naturharze stets löslich blieben und bei 60 ... 80 ° immer wieder erweichten, werden die Kunstharze praktisch unlöslich und unschmelzbar, wenn man sie nach der Formgebung etwa 2 h einer Wärme von ungefähr 175 ° aussetzt, Das gleiche geschieht auch in längerer Zeit bei geringeren Wärmegraden und im Laufe von Jahren in gewissem Umfange sogar bei Raumtemperatur. Setzt man Kunstharz zu lange zu hohen Temperaturen aus, so tritt Verkohlung ein. Diese Temperaturgrenze liegt aber über 250 °, also weit über der von Hartpapier und Baumwolle, weshalb mit Kunstharz hergestellte Isolationen die Möglichkeit ergaben, Wärmegrade in Maschinen und Transformatoren zuzulassen, die zwar unter der Temperaturgrenze für Papier und Baumwolle liegen müssen, aber den Erweichungspunkt der Naturharze erheblich übersteigen können. Man kann also in Maschinen und Transformatoren statt 60 ° Wärme 90 ··· 100 ° zulassen und sie entsprechend höher belasten, ohne die Sicherheit zu verringern, wenn man zur Herstellung der Isolierstoffe Kunstharz an Stelle von Naturharzen verwendet.

Die chemischen Vorgänge beim „Härten" des Kunstharzes dürften auch heute noch nicht vollkommen geklärt sein. Sicher ist, daß dabei Reste des Lösungsmittels von Feuchtigkeit und anderen elektrisch nachteiligen Bestandteilen ausscheiden und außerdem auch vorher chemisch gebundenes Wasser abgespalten wird. Mit diesem „Entgasen" tritt eine Schrumpfung ein und geht eine erhebliche elektrische Verbesserung des Kunstharzes Hand in Hand, sofern die elektrisch nachteiligen Bestandteile entweichen können, ohne daß Blasenbildung eintritt, die infolgedessen durch einen äußeren Gegendruck verhindert werden muß. Dies geschieht bei Hartpapierplatten durch den Druck der Plattenpresse, beim Wickeln von Hartpapierrohren durch die Papierspannung, bei Hartpapier-Formstücken durch die Preßform und häufig auch durch Einbringen des zu härtenden Kunstharzerzeugnisses in einen 10 ··· 12 atü Luftdruck enthaltenden beheizten Kessel.

Da die Wärmewirkung immer von außen nach innen fortschreitet, bildet sich stets außen eine bereits stärker „ausgebackene" Schicht, die das Entgasen verhindert oder erschwert. Die bei allen Isolierstoffen vorhandene Eigenschaft, daß dicke Schichten elektrisch wesentlich schlechter sind als dünne Schichten, wird also hier noch durch einen besonderen Umstand verstärkt, um so mehr, wenn gleichzeitig hohe Temperaturen in Frage kommen, bei denen anscheinend der Härtungsvorgang des Kunstharzes immer in etwa von neuem einsetzt oder weitergeht, wobei wieder im Innern Wasser abgespalten wird. Hohe elektrische Werte lassen sich daher besonders bei hohen Wärmegraden bei Kunstharzen nur erzielen, wenn man möglichst dünne Schichten anwendet, wenn man für möglichst gutes Ausbacken sorgt und wenn die Möglichkeit des Ausscheidens der elektrisch nachteiligen Bestandteile durch Entgasung gegeben ist. Diese Voraussetzungen werden bei Hartpapier erfüllt, da die dünnen Kunstharzfilme zwischen den Papierschichten entgast werden können, wenn die Papierschichten nicht vollkommen durchtränkt sind, so daß in ihrem Innern ein Austrittsweg für die Gase freibleibt, der aber selbstverständlich dann auch dem Eindringen von Feuchtigkeit offen steht.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß harzarmes Hartpapier in trocknem Zustande elektrisch besser ist als harzreiches, aber mehr Feuchtigkeit aufnimmt als das letztere. Es ergibt sich ferner, daß bei Hartpapier r o h r e n leichter hohe elektrische Werte zu erzielen sind als bei Hartpapier p l a t t e n, da beim Wickeln des Rohres durch die beheizten Walzen der Rohrwickelmaschine ein linien- oder streifenweises starkes und unbehindertes Entgasen erfolgt, während in der Plattenpresse ein Entgasen nur auf dem langen und widerstandsreichen Wege durch die nicht durchtränkten Papierschichten hindurch an den Stirnflächen möglich ist. Das Papier für Platten wird daher vielfach schon vor dem Pressen entgast, am besten unter Vakuum. Zum Teil hat man hochwertige Platten auch durch Flachpressen gewickelter Zylindermäntel hergestellt. Das Nachbacken erfolgt zweckmäßig unter Vakuum mit abgestufter oder ansteigender Wärme und möglichst langen Zeiten, damit die Gase Zeit zum Entweichen haben. Andernfalls kann der Gasdruck so ansteigen, daß das Gefüge des Hartpapieres gesprengt wird, was meist geschieht, wenn man ungenügend ausgebackenes Material in Öl von über 100 ° Wärme wirft. Bringt man ein Stück des gleichen Materials jedoch in ein kaltes Ölbad und steigert die Temperatur allmählich, so wird das Material eine noch höhere Temperatur meist anstandslos ertragen, da während der Erwärmung ein nachträgliches Ausbacken und Entgasen vor sich geht. Das Versuchsstück wird hierdurch elektrisch besser, was beim elektrischen Prüfen von Hartpapier beachtet werden muß. Auch in äußerlich gut ausgebacken erscheinendem Kunstharz und Hartpapier finden sich im Innern häufig noch nicht vollkommen ausgebackene und entgaste Bestandteile, was daraus hervorgeht, daß sich fast stets wieder der für alle mit Kunstharz hergestellten Stoffe charakteristische Geruch zeigt, wenn man ein Loch in eine dicke Hartpapierplatte bohrt.

Die vorstehend geschilderten Schwierigkeiten bei der Herstellung von Hartpapier unter Verwendung von Kunstharz sind im Laufe der letzten Jahre in weitgehendem Maße durch Verbesserung der Kunstharze und der Verarbeitungsverfahren überwunden worden, so daß die Erzeugnisse heute vielfach vollkommen geruchfrei sind und sehr hohen Ansprüchen bezüglich ihrer elektrischen und mechanischen Eigenschaften auch bei hohen Wärmegraden sowie bezüglich der Wasseraufnahme genügen.

Inzwischen hat man auch gelernt, die Naturharze durch Wärmebehandlung zu härten und ihren Erweichungspunkt heraufzusetzen. Diese Tatsache sowie die Schwierigkeit, mit Kunstharz hohe elektrische Werte bei hohen Temperaturen in der F a b r i k a t i o n mit Sicherheit zu erreichen, sind die Gründe, weshalb einer der größten Verbraucher und Erzeuger von Hartpapier in Deutschland für die schwierigsten Anwendungsgebiete des Hartpapiers, Stützisolatoren und Durchführungen für hohe Spannungen, ausschließlich mit Naturharz hergestelltes Hartpapier verwendet.

In der Hauptsache dürfte die Herstellung von Hartpapier bei allen Herstellern in der vorstehend geschilderten Weise erfolgen. Durch verhältnismäßig geringe Abweichungen bei der Auswahl der Rohstoffe, Verschiedenheiten der Maschinen und Herstellungsverfahren ergeben sich jedoch Unterschiede in den Erzeugnissen und die Möglichkeit, diese zu variieren und dem jeweiligen Verwendungszweck anzupassen.

Bei Hartpapier tritt sowohl das Papier als auch der Harzfilm in vollem Maße als Isolator auf. Diese sind mechanisch so fest mit einander verbunden, daß sich außerordentlich hohe elektrische u n d mechanische Festigkeitswerte gleichzeitig erreichen lassen. Ein Nachteil bleibt die geringe Glutsicherheit und die Neigung zur Wasseraufnahme. Beides ist auf die ungetränkten Papierschichten zurückzuführen. Diese machen Hartpapier aber besonders geeignet zur Verwendung unter Öl, welches das Hartpapier vollkommen durchtränkt und elektrisch noch verbessert. Hartpapier, das in Luft verwendet wird, muß durch eine gute Lackierung oder in anderer geeigneter Weise gegen Feuchtigkeit geschützt werden.

Die vielen Versuche, ein Hartpapier zu erzeugen, das sowohl elektrisch sehr hochwertig als auch nicht hygroskopisch ist, haben bisher zu einem vollen Erfolge nicht geführt. Auch bei Verwendung reinster Kunstharze, sorgfältigster Herstellung, bester Entgasung des Papiers und langem Ausbacken bleibt stets in etwa immer noch der Nachteil bestehen, daß die eine Eigenschaft nur auf Kosten der anderen verbessert werden kann, besonders wenn sich der Preis in den Grenzen des Erträglichen halten soll.

Außer Platten und Rohren werden auch Formstücke aus Hartpapier in großem Umfange in gleicher Weise hergestellt, wie dies oben bezüglich der Mikanit-Formstücke geschildert ist. Als Hartpapier-Formstücke gelten ferner gewickelte Rohre, welche zur Erzielung einer größeren Härte und geringerer Feuchtigkeitsaufnahme in Formen nachgepreßt werden. Die hierbei entstehenden Preßnähte pflegen durch Verlagerung der Schichten den Stoff an den betreffenden Stellen elektrisch zu schwächen. Vielfach werden in gewickelte Rohre Elektroden in Form von metallischen Kernkörpern mit eingepreßt. Als Formstücke gelten ferner Vollstäbe, die aus gewickelten Rundrohren ohne Kern in einer entsprechenden Form zusammengepreßt sind, sowie Flachleisten, die aus flach gepreßten Rundrohren bestehen. Vollstäbe und Flachleisten sind elektrisch hochwertig, weil sie aus gewickelten Rohren hergestellt sind. Der Aufbau aus einer spiralig angeordneten geschlossenen Papierbahn ergibt ferner ein mechanisch sehr festes Gefüge und eine geringe Neigung zum Spalten und Knicken. Auch die Feuchtigkeitsaufnahme ist günstig, da Vollstäbe und Flachleisten weniger Schnittflächen haben als aus Platten herausgearbeitete Stäbe gleicher Abmessungen.

Bei der Verwendung von Hartpapier muß stets darauf geachtet werden, daß es sich niemals um einen homogenen Stoff handelt, sondern daß der Einfluß der Schichtung auch bei deren vollkommener Durchtränkung stets bestehen bleibt. Die mechanische und elektrische Festigkeit ist infolgedessen stets sehr verschieden, je nachdem die Beanspruchung quer oder parallel zur Schichtung erfolgt.

Digitized by Google

Anschließend seien einige neuere Anwendungsgebiete des Hartpapieres aufgeführt. Im Elektromaschinenbau wurden die Abstützungen der Wicklungsköpfe großer Maschinen zur Sicherung gegen die mechanischen Wirkungen von Kurzschlüssen früher meist in Rücksicht auf die dabei auftretenden hohen Kräfte in isoliertem Metall ausgeführt. Die mechanische Festigkeit des Hartpapieres gestattet heute, diese Abstützungen aus Isolierstoff zu machen.

Das Hauptanwendungsgebiet für Hartpapier dürfte der Transformatorenbau sein. Wegen seiner hohen elektrischen und mechanischen Festigkeit auch in heißem Transformatorenöl ist Hartpapier der gegebene Stoff für die Herstellung von Isolierzylindern bis zu den größten Abmessungen, zur Isolation der Hochvolt- und Niedervoltwicklungen gegeneinander und gegen den Eisenkörper. Hartpapierscheiben werden als Isolation zwischen den Hoch- und Niedervoltspulen der Scheibentransformatoren verwendet, wofür bei der hohen Beanspruchung nur allerbestes Hochspannungsmaterial in Frage kommt. Als Zwischenlagen für Spulen sowie als Endisolation sind auch Flachrohre besonders geeignet, da sie mechanisch und elektrisch besonders zuverlässig hergestellt werden können.

Ein interessantes Anwendungsgebiet aus dem Schalterbau sind die Löschkammern aus Hartpapier im Ölschalter. Bei zweckmäßiger konstruktiver Ausbildung ist es möglich, die im Innern der Löschkammern beim Schalten auftretenden explosionsartigen hohen Druckbeanspruchungen mit Sicherheit zu bewältigen.

Nachdem man gelernt hat, einen Stoff herzustellen, der der Fernmeldetechnik auch bezüglich der Oberflächenleitfähigkeit und Feuchtigkeitsaufnahme selbst bei Tropenklima entspricht, werden in großem Umfange Klemmleisten sowie Montageplatten verwendet, die bis zu einer Stärke von 3 ··· 4 mm lediglich durch Ausstanzen hergestellt werden können. Für die Hochfrequenz kommen im wesentlichen die gleichen Isolierstücke in Frage. Auch hier werden hohe Anforderungen bezüglich Isolationswiderstand, außerdem aber auch bezüglich der dielektrischen Verluste gestellt. Hartpapierplatten von 0,1 ··· 0,2 mm Dicke dienen als Dielektrikum von festen und Drehkondensatoren, Hartpapierrohre von etwa 30 ··· 80 mm Dmr. bei 1 mm Wandstärke als Spulenkörper. Rundfunkgeräte sind außerdem heute meist in elegant aussehende Kästen aus Hartpapier eingebaut, das poliert und vielfach mit Decklagen versehen ist, die in vollkommener Weise den Eindruck wertvoller Hölzer mit schöner Maserung hervorrufen.

Das schwierigste Anwendungsgebiet für Hartpapier sind Stützisolatoren und besonders Durchführungen für sehr hohe Spannungen. Während Glimmerscheinungen von Porzellan ohne weiteres ertragen werden, leiten sie bei Hartpapier die Entstehung von Kohlebahnen ein, die zur Zerstörung des Isolators führen. Trotzdem gelang es mit Hilfe konstruktiver Maßnahmen, Durchführungen herzustellen, welche die erforderliche Sicherheit gegen Durchschläge, Überschläge und Glimmerscheinungen bieten. Schon im Jahre 1905 hatte Nagel, dem damaligen Stand der Technik weit voraus, seine Kondensatorklemme zum Patent angemeldet, bei welcher die Spannungsverteilung im Isolierstoff und auf dessen Oberfläche durch das Einbetten von Kapazitätsflächen verbessert wird. Nur hierdurch ist die Herstellung von Hartpapier-Durchführungen für 110 und 220 kV möglich. Die Ausführung verlangt außerordentliche Sorgfalt. Mit der Höhe der Spannung wachsen die Länge der Rohre, die Dicke der Wandstärke und die Schwierigkeit, das Rohr faltenfrei zu wickeln und die Metallflächen einwandfrei einzubetten. Die hohen elektrischen Quer- und Längsbeanspruchungen müssen auch bei 100 ° mit Sicherheit ausgehalten werden, da sich die Wärme des Transformators auf die Durchführung überträgt.

Die Erhöhung der Betriebspannung auf 220 kV vervielfacht die Schwierigkeiten. Bei Durchführungen von 110 kV kommt man mit Hartpapierrohren von etwas über 2 m Länge aus, was Papierbahnen, Lackiermaschinen und Wickelmaschinen von 2,5 m Breite erfordert. Der Übergang auf die doppelte Spannung verlangt mindestens doppelt so lange Rohre und damit doppelte Breite der Wickelmaschine. Die Beschaffung von Papierbahnen entsprechender Breite ist bisher nicht möglich gewesen. Man muß infolgedessen beim Wickeln zwei oder mehrere Papierbahnen nebeneinander in die Wickelmaschinen einlaufen lassen, was die Herstellung einwandfreier Rohre weiter erschwert.

Nicht geringer dürften die Schwierigkeiten sein, welche die keramische Industrie bei der Herstellung von Durchführungen für 220 kV zu überwinden hat, so daß zur Zeit noch in keiner Weise übersehen werden kann, ob Porzellan oder Hartpapier sich schließlich als geeigneter für derartige Durchführungen erweisen wird. Am zweckmäßigsten erscheint der Aufbau aus den drei Isolierstoffen Porzellan, Hartpapier und Isolieröl, wenn dabei der keramische Isolierstoff den Außenschutz gegen Feuchtigkeit und Glimmern bildet, das Hartpapier die elektrische Beanspruchung aufnimmt und das Isolieröl alle Poren und Lücken ausfüllt und die Wärmeableitung unterstützt.

Ein weiteres großes Anwendungsgebiet für Hartpapier stellen Starkstrom-Kondensatoren dar, die als Phasenschieber in Hochspannungsanlagen benutzt werden. Sie entsprechen in ihrem Aufbau den Kondensatordurchführungen und können heute als unbedingt betriebsicher angesehen werden. Sie haben gegenüber anderen Phasenschiebern den Vorteil, daß sie keinerlei Wartung brauchen. Ihre Anwendung wird sehr zunehmen, wenn die Elektrizitätswerke noch mehr als bisher dazu übergehen, den Blindstrom zu berechnen. Hierher gehören auch die Kopplungskondensatoren der Hochfrequenz-Sendestationen und der leitungsgerichteten Hochfrequenztelephonie. Sie werden sowohl aus Hartpapier hergestellt als auch ohne Verwendung von Klebstoffen aus Metallfolie und sehr dünnem hochwertigen Ölpapier gewickelt. Sie sind meist aus einzelnen in Reihe geschalteten Flachwickelkondensatoren zusammengesetzt, die durch Isolierplatten voneinander getrennt und durch isolierende Spannbolzen zusammengehalten sind. Das Ganze wird in ein Porzellan- oder Hartpapiergehäuse eingebaut, dessen freier Raum mit Isolieröl gefüllt ist. Die Ölpapierausführung zeichnet sich durch geringe Abhängigkeit des Verlustwinkels und der Dielektrizitätskonstante von der Temperatur aus.

Die Erwägung, daß es bei mit Kunstharz hergestellten Papierisolationen, die unter Öl verwendet werden, wichtiger ist, der Feuchtigkeit und anderen elektrisch nachteiligen Bestandteilen einen leichten Austritt zu ermöglichen, als der Feuchtigkeit die Möglichkeit des Eintrittes zu verwehren, hat zur Entwicklung eines neuen, zum Schutz angemeldeten geschichteten Isolierstoffes Oleocel geführt. Dieser besteht ebenso wie Hartpapier aus hochwertigem Isolierpapier und Kunstharz. Das letztere bildet jedoch nicht wie beim Hartpapier zusammenhängende Filme, sondern dient nur dazu, die Papierlagen durch eine Art punktweiser Heftung zu verbinden, so daß nicht nur in der Schichtrichtung, sondern auch zwischen den Kunstharz-Heftpunkten, also quer zur Schichtung, noch eine Durchlässigkeit und somit Entgasungsmöglichkeit bestehen bleibt. Selbstverständlich können auf demselben Wege Feuchtigkeit und Öl eindringen. Beim Auskochen des Transformators wird die im Isolierstoff enthaltene Feuchtigkeit entfernt und das Papier mit Öl durchtränkt. Es ergibt sich also elektrisch eine ähnliche Anordnung wie bei der Verwendung von Preßspan im Transformator und wie in den obenerwähnten Hochspannungskabeln. Man erzielt dabei sehr günstige elektrische Werte, die auch bei starker Erwärmung nur wenig zurückgehen, was auf das Fehlen größerer, zusammenhängender Kunstharzfilme zurückzuführen sein dürfte. Aus dem Stoff werden Platten und Rohre in gleicher Weise und mit den gleichen Abmessungen hergestellt wie Hartpapier. Die mechanische Festigkeit muß naturgemäß geringer sein als beim Hartpapier. Durch entsprechende Bemessung der punktweisen Heftung dürfte es aber in jedem Falle möglich sein, Zylinder mit einer mechanischen Festigkeit zu erzielen, die der aus Preßspan zusammengesetzter Zylinder überlegen ist.

Auf dem Gebiet der Mikanitisolationen wird man vielleicht versuchen, die Klebstoffe noch bezüglich ihrer Wärmebeständigkeit und der dielektrischen Verluste zu verbessern. Im übrigen kann das Gebiet aber wohl in der Hauptsache als abgeschlossen gelten. Hingegen gibt es, wie aus den obigen Ausführungen ersichtlich, auf dem Gebiete der Papierisolationen noch viele Aufgaben, die nur durch umfangreiche Versuche und enges Zusammenwirken von Isolierfachmann, Elektroingenieur und Chemiker zu lösen sein werden.

Digitized by Google

Gummifreie Isolierpreßstoffe.

Von Obering. W. Schramm, Berlin.

Unter der Bezeichnung „Gummifreie Isolierpreßstoffe“ faßt die Elektrotechnik die nichtkeramischen, nichtgeschichteten, gummifreien, gepreßten Isolierstoffe zusammen. Ihre hauptsächlichsten mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften sind in der von der Fachgruppe 20 des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie veröffentlichten Typisierung festgelegt. Da an anderer Stelle dieses Heftes über diese Typisierung bereits ausführlich berichtet wird[1], soll hier nur, zum besseren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen, die Tafel der letzten Typisierung[2] in geänderter Reihenfolge wiedergegeben werden. Ein Kommentar zu dieser Tafel wurde seinerzeit in Fußnoten beigegeben und hier nicht wiederholt; es sei hiermit lediglich auf ihn verwiesen.

Man kann nach Preßart, Verhalten in der Wärme und Art des Bindemittels 4 Gruppen unterscheiden:

1. Warmgepreßte, nicht härtbare und deshalb in der Wärme leicht wieder erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln,
2. kaltgepreßte, in der Wärme nicht erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln,
3. warmgepreßte, in der Wärme nicht erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln,
4. warm- oder kaltgepreßte hochwärmefeste Stoffe mit anorganischen Bindemitteln.

viele ähnliche Stoffe anderer Firmen unter allerlei Phantasienamen. Einige dieser Stoffe sind auch z. Z. noch im Gebrauch; sie enthalten Kopal oder Schellack oder Pech als Bindemittel und Asbest, Schwerspat, Kreide usw. als Faser- und Füllmittel. Sehr oft werden auch Kombinationen dieser Bindemittel zur Erzielung besonderer Eigenschaften verwendet.

Abb. 1. Federleiste.

Abb. 2. Spule.

Die Herstellung der Mischung ist einfach: In das geschmolzene Bindemittel werden Faser- und Füllstoffe eingerührt bzw. geknetet. Bei der Verarbeitung wird die Preßmasse vorgewärmt und in warmen Formen gepreßt, die zur Erreichung einer besseren Oberfläche kühlbar sein können. Da diese Massen warm sehr plastisch sind, lassen sich sehr dünnwandige Teile daraus herstellen und auch schwache Metalle mit einpressen. Die

Gummifreie Isolierpreßstoffe*.

Gruppe	Type	mechanische Eigenschaften: Biegefestigkeit mind. kg/cm²	mechanische Eigenschaften: Schlagbiegefestigkeit mind. cmkg/cm²	thermische Eigenschaften: Wärmefestigkeit mind. Martensgrade	thermische Eigenschaften: Glutfestigkeit mind. Gütegrad	elektrische Eigenschaften: Oberflächenwiderstand nach 24-st. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	Zusammensetzung	Verarbeitungsart
1	7	250	1,5	65	1	3	Naturharz, natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	Warmpressung
	8	150	1,0	45	3	3	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
	A	300	15,0	45	1	3	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	
	N	300	4,0	40	2	3	Nitrozellulose mit Füllstoff	
2	2	350	2,0	150	4	3	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	Kaltpressung
	3	200	1,7	150	4	3	Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	
	4	150	1,2	150	4	3	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff	
3	1	500	3,5	150	4	3	phenoplastisches Kunstharz m. anorg. Füllstoff	Warmpressung
	O	600	5,0	100	2	3	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
	S	700	6,0	125	3	3	phenoplastisches Kunstharz mit org. Füllstoff	
	T	600	12,0	125	2	3	phenoplastisches Kunstharz m. org. Gespinst als Füllstoff	
	K	600	5,0	100	2	4	aminoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	
4	Y	1000	5,0	400	5	4	Bleiborat m. Glimmer	Warmpressung
	X	150	1,5	250	5	—	Zement oder Wasserglas mit Asbest und mineral. Füllstoff	Kaltpressung

* Die Bezeichnung „Isolierpreßstoffe“ umfaßt auch die im Wege des Preßspritzverfahrens zu verarbeitenden Stoffe.

1. Warmgepreßte, nicht härtbare und deshalb in der Wärme leicht wieder erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln.

Ein derartiger Stoff wurde um 1895 als Ersatz für das damals sehr teure Hartgummi zuerst von F. Kleinsteuber, Berlin-Pankow (jetzt „Viaco“), unter dem Namen „Ambroin“ auf den Markt gebracht. Es folgten bald

Preßteile haben eine glatte Oberfläche und eine gute Isolation. Sie werden heute noch für Schwachstromteile, wie Federleisten usw., verwendet (Abb. 1). Ihr Nachteil ist die geringe Wärmebeständigkeit. Sie werden daher z. Z. in der Starkstromtechnik nur in Sonderfällen verwendet.

Neueren Datums sind die plastizierten Zellulosen, die auch zur ersten Gruppe gehören. Plastizierte Nitrozellulose als Preßstoff unter Zusatz von Gips wurde 1918/19 durch die Arbeiten von Balcke und Leysieffer bekannt. Zur gleichen Zeit erschienen auch

[1] Schob, S. 555 dieses Heftes.
[2] ETZ 1932, S. 709.

Digitized by Google

die Arbeiten und Patente von Eichengrün über plastizierte Azetylzellulose.

Formteile aus Zellulosemischungen haben eine sehr saubere Oberfläche, geringe Wasseraufnahme und damit hohe Oberflächenisolation. Bei der Verwendung der ungefüllten Azetylzellulose erreicht man eine sehr hohe Schlagbiegefestigkeit. Von großem Nachteil ist die geringe Wärmebeständigkeit, wodurch ihre Verwendung auf die Schwachstromtechnik beschränkt ist. Hier werden sie besonders für dünnwandige gespritzte Teile wie Spulen (Abb. 2), Federsätze und auch in der Hochfrequenztechnik verwendet.

Der neueste Vertreter der ersten Gruppe ist das „Trolitul", chemisch ein reiner Kohlenwasserstoff, „Polystyrol". Seine Eigenschaften und Verwendung ähneln denen der ungefüllten Zellulosen. Es hat jedoch besonders hohe elektrische Werte und übertrifft hierin das bisher beste Isolationsmittel, den Bernstein. Im Gegensatz zu allen übrigen Isolierpreßstoffen ist das Trolitul auch glasklar herstellbar. Es lassen sich daher auch alle anderen Farben gut durchscheinend herstellen. In der Typisierung ist das Trolitul noch nicht enthalten, da es in der Elektrotechnik noch wenig verwandt wird.

2. Kaltgepreßte, in der Wärme nicht erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln.

Als erster Vertreter dieser Gruppe kam um 1903 das „Gummon" von E. Eppner, München, auf den Markt. Es enthält als Bindemittel Asphalt, der der Mischung in gelöstem Zustande zugesetzt wird. Auch oxydierende Öle (Leinöl oder chinesisches Holzöl) wurden später als Bindemittel verwendet, ebenso seit 1913 flüssiges Kunstharz. Diese Stoffe werden in feuchtem Zustande kalt verpreßt und außerhalb der Form nach Vortrocknen an der Luft in einem Ofen mit langsamer Steigung bis zu rd. 200 ° C gebrannt. Sie sind daher außerordentlich wärmebeständig und in den üblichen Lösemitteln nicht wieder löslich.

Ihre Nachteile sind unansehnliche Oberflächen und der Verzug als Folge des Brennens. Da sie einen starken Preßdruck benötigen, lassen sich schwächere Metalle schwer einbetten. Sie werden besonders in der Starkstromtechnik für Handgriffe, Sockel mit spannungführenden Metallen usw. verwendet (Abb. 3).

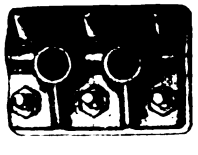


Abb. 3. Klemmensockel.

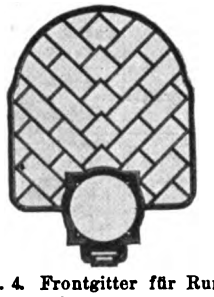


Abb. 4. Frontgitter für Rundfunkgerät.

3. Warmgepreßte, in der Wärme nicht wieder erweichbare Stoffe mit organischen Bindemitteln.

Ihre Entstehung verdanken diese Preßstoffe der Erfindung des nach dem Amerikaner Bakeland genannten Kunstharzes „Bakelite", das durch Kondensation aus Phenol und Formaldehyd entsteht. Dieses Kunstharz hat die besondere Eigenschaft, durch Erwärmung aus dem ursprünglich schmelzbaren und in Azeton und Alkohol löslichen Zustand in den unschmelzbaren und unlöslichen Zustand überzugehen.

Die Preßmischungen aus diesem Kunstharz können außer den bereits erwähnten als Faser- und Füllstoffe auch Holzmehl, Zellulose, Gespinste oder Gewebefetzen enthalten. In der Form wird die Preßmasse so lange unter Druck bei etwa 160 ··· 180 ° C gehalten, bis das Harz in den unschmelzbaren und unlöslichen Zustand übergegangen ist. Die Preßteile haben eine sehr saubere Oberfläche wie die der Gruppe 1 und fast die gleiche Wärmebeständigkeit wie die Stoffe der Gruppe 2. In ihrer Festigkeit sind sie beiden Gruppen weit überlegen.

Trotzdem führte sich dieser Stoff nur langsam ein, da die Leistung der Form infolge der langen Heizzeit gering ist. Auch sind die Preßteile trotz der langen Heizzeit im heißen Zustande noch verhältnismäßig weich und neigen daher beim Ausstoßen aus der Form zum Verziehen. Deshalb müssen sie in der Form gekühlt werden. Das wechselnde Aufheizen und Abkühlen der Form ist nicht nur zeitraubend, sondern auch teuer durch den größeren Wärmeverbrauch.

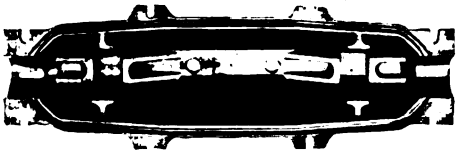


Abb. 5. Kabelmuffe.

Hier trat erst eine Änderung ein, als im Jahre 1926 gefunden wurde, daß durch Zumischung geeigneter Beschleunigungsmittel zur Mischung die Heizzeit so weit herabgesetzt werden konnte, daß für je einen Millimeter Wandstärke rd. 20 ··· 30 s Heizzeit genügten. Auch das Abkühlen der Preßteile in der Form wurde dadurch unnötig. Durch Verwendung dieser Schnellpreßmischungen und durch die Verwendung von Mehrfachformen ließen sich, trotz des im Vergleich mit den Stoffen der Gruppen 1 und 2 sehr hohen Materialpreises, doch billige Preise für die fertigen Preßteile erzielen.

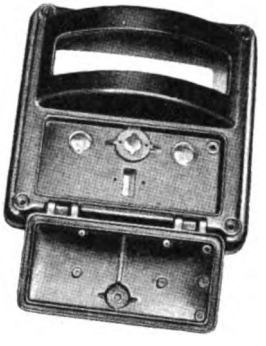


Abb. 6. Gehäuseoberteil für ein Meßgerät.

Abb. 7. Fernsprecher.

Einen letzten Antrieb erhielt die Verwendung der Kunstharz-Preßmassen um 1930 durch die Einführung des aminoplastischen Kunstharzes aus Harnstoff bzw. Thioharnstoff und Formaldehyd. Dieses Harz, bereits 1921 von Pollack, Wien, gefunden, brauchte, wie das Bakelit, längere Zeit, bis die Schwierigkeiten bei der Verarbeitung so weit überwunden waren, daß eine preiswerte Herstellung möglich war. Die Heizzeit in der Form ist jetzt nur wenig länger als bei den phenoplastischen Stoffen, und auch das anfänglich notwendige Abkühlen der Preßteile in der Form ist nicht mehr erforderlich. Der Stoff wird in weitgehendem Maße verwendet, da er im Gegensatz zum phenoplastischen Kunstharz auch die Herstellung licht- und wärmefester, hellfarbiger, beinahe durchscheinender Preßteile gestattet.

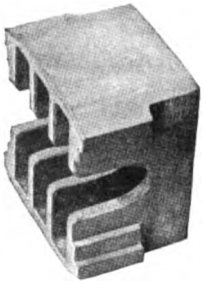


Abb. 8. Funkenfänger.

Die Stoffe der 3. Gruppe, besonders aber die Phenoplaste, haben z. Z. in der Elektrotechnik sowohl im Stark- als auch im Schwachstrom die weiteste Verbreitung gefunden (Abb. 4 ··· 7). Sie werden nicht nur als Isolierstoff,

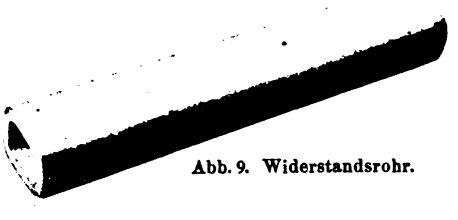


Abb. 9. Widerstandsrohr.

sondern in immer größerem Umfange auch als Baustoffe verwendet. Auch mechanisch stark beanspruchte Teile kann man bei sachgemäßer Konstruktion aus ihnen her-

Digitized by Google

stellen, wobei man die neueren Typen mit organischen oder mineralischen Fasern in Form von Fäden oder Geweben bevorzugt.

4. Warm- oder kaltgepreßte hochwärmefeste Stoffe mit anorganischen Bindemitteln.

Diese Gruppe hat nur 2 Typen. Die Type Y, das „Mikalex", seit dem Jahre 1927 in Deutschland nach Patenten von P. Crossley hergestellt, besteht aus Bleiborat und Glimmer. Es wird bei verhältnismäßig hoher Temperatur (rd. 600 ° C) gepreßt und stellt daher hohe Anforderungen an den Matrizenstahl. Verwendet wird es in der Hochfrequenztechnik und bei höherer Wärmebeanspruchung, wo die vorstehend geschilderten Stoffe nicht mehr ausreichen und auch Porzellan und Steatit in der mechanischen Festigkeit nicht mehr genügen.

Die Stoffe der Type X können nicht zu den Isolierstoffen im eigentlichen Sinne des Wortes gerechnet werden, da sie hygroskopisch sind. Sie kommen daher nicht für Gegenstände mit stromführenden Metallen in Frage, sondern dienen als Zwischenwände oder Abdeckungen zum Löschen von Funken und auch als Widerstandsträger (Abb. 8 u. 9). Bindemittel sind Zement, Gips oder Magnesiumchlorid mit Magnesiumoxyd. Füllmittel sind Asbest, Schwerspat usw. Sie werden kalt gepreßt und erhärten allmählich in Luft oder Wasser.

Zur Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe.

Von A. Schob, Berlin-Dahlem.

Über die Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe und das MPBD-Zeichen ist wiederholt in dieser Zeitschrift berichtet worden[1]. Diese einzelnen Veröffentlichungen geben eine gute Übersicht über die Entwicklung, liegen aber zeitlich so weit auseinander, daß eine kurze Zusammenfassung gerechtfertigt erscheint.

Vor etwa 10 Jahren tauchten die ersten greifbaren Vorschläge auf, eine gute Qualität der gummifreien Isolierpreßstoffe sicherzustellen, nachdem Mangel an geeigneten Rohstoffen während des Krieges und auch noch in den darauf folgenden Jahren zur Verwendung von so niedrig schmelzbaren Bindemitteln geführt hatte, daß nur geringe mechanische Beanspruchung oder wenig über Zimmerwärme liegende Temperaturen zur unzulässigen Deformation der aus solchen Stoffen hergestellten Isolierteile führten. Der damalige Direktor der H. Römmler AG., H. Hausding, trat an das Staatliche Materialprüfungsamt (MPA) mit der Anregung heran, diesen unhaltbaren Zuständen dadurch ein Ende zu machen, daß die leistungsfähigen Pressereien sich zur Verwendung von einwandfreien Stoffen unter Kontrolle des MPA verpflichten sollten. Das Amt gab seine Zustimmung, und so kam im Jahre 1924 die erste Klassifizierung von gummifreien Isolierpreßstoffen zustande. Die Klassifizierung selbst war vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie (ZV) aufgestellt, und zum Abschlusse des gemeinsamen Überwachungsvertrages mit dem MPA war die Technische Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe (TV) gegründet worden. Diese besondere Gründung erschien notwendig, um sicher zu sein, daß rein wirtschaftliche Fragen aus der Überwachungstätigkeit des Amtes ausgeschaltet blieben. Den Vorsitz der TV übernahm der Direktor der Vereinigten Isolatorenwerke Pankow, Dr. H. Schiff, der als Vorsitzender der zuständigen Fachuntergruppe des ZV wesentlichen Anteil an dem Zustandekommen der Klassifizierung hatte. Dr. Schiff ist in aufopfernder Tätigkeit der Sache treu geblieben, hat allerdings später den Posten des ersten Vorsitzenden wegen Arbeitsüberlastung an Oberingenieur W. Schramm von den SSW abgetreten. Außer diesen beiden Herren haben noch eine ganze Anzahl weiterer Mitglieder, insbesondere die übrigen Herren des Vorstandes, ihre reichen Erfahrungen selbstlos zur Verfügung gestellt.

Im Vordergrunde stand, wie schon erwähnt, die geringe Wärmefestigkeit der damals gebräuchlichsten Isolierstoffe, während in elektrischer Hinsicht kaum Versager vorkamen. Die Klassifizierung umfaßte daher anfänglich nur die Garantie der Biegefestigkeit bei gewöhnlicher Temperatur und der Wärmefestigkeit nach Martens (vgl. VDE 0302); die Zahl der Klassen betrug 10. Die Stoffe waren, abgesehen von der Klasse X der funkensicheren Isolierstoffe, in der Hauptsache in zwei Gruppen eingeteilt, nämlich diejenigen mit über 150 Martensgraden und die unter 150, die zweite Gruppe in 4 Abstufungen.

Die erste vom MPA herausgegebene Liste umfaßte 8 Firmen, die knapp 1½ Jahre später erschienene Liste enthielt schon 19 Firmen, während die letzte, Ende vorigen Jahres herausgegebene Liste 86 Pressereien aufwies.

Die Bezeichnung Klassifizierung war gewählt worden, weil der Wunsch bestand, in lückenlos aufsteigender Folge von Güteklassen der verschiedenen Eigenschaften (anfangs nur Wärmefestigkeit und Biegefestigkeit) alle nur erdenkbaren Stoffe einordnen zu können. Aber schon die Aufstellung der Klassifizierungsliste hatte gezeigt, daß man praktisch von gewissen Materialtypen ausgehen mußte und auch auf sie beschränkt war. Deshalb ist man im Jahre 1928 dazu übergegangen, die „Klassifizierung" durch die „Typisierung" zu ersetzen. Zugleich wurde der weiteren Entwicklung Rechnung getragen durch Ausschaltung veralteter und Hinzunahme neuer Typen sowie der Ausdehnung der Gewährleistung auf Schlagbiegefestigkeit, Glutsicherheit und Oberflächenwiderstand. Die neu aufgenommenen Typen bestanden hauptsächlich in den neuen Schnellpreßmischungen auf Phenol- bzw. Kresolbasis.

Ein wichtiger Zeitpunkt war der Anfang des Jahres 1931, an dem das sogenannte Druckhitzepatent ablief, das der Bakelite G. m. b. H. bis dahin eine Monopolstellung gesichert hatte. Da vorausgesehen werden mußte, daß durch den zu erwartenden Konkurrenzkampf die Qualität der Preßmassen herabgehen würde und ausschließlich eine Kontrolle der Pressereien nicht genügende Sicherheit für Verwendung einwandfreien Materials bieten würde, war das Amt bestrebt, eine Kontrolle der Preßmassen bei den Preßmassefabrikanten der Kontrolle der Pressereien vorzuschalten. Es muß sehr anerkannt werden, daß die z. Z. in Betracht kommenden 6 Preßmassefabrikanten Deutschlands sich dieser Kontrolle des Amtes unterzogen haben. Die Verhältnisse lagen hier insofern schwieriger, als diese Firmen nicht wie die Pressereien zusammengeschlossen sind, im Interesse der Einheitlichkeit aber trotz individueller Verschiedenheiten alle einen gleichlautenden Vertrag eingehen mußten. Der gesunde Wettbewerb ist durch diese Verträge nicht ausgeschaltet, wohl aber einem Absinken der Qualität der Preßmassen nach Möglichkeit vorgebeugt.

Nach diesem historischen Rückblick muß auf den gegenwärtigen Stand der Typisierung und der Überwachungstätigkeit des Amtes noch näher eingegangen werden, da trotz der langen Zeit, in der sich diese Sache bewährt hat, doch immer wieder Mißverständnisse und Mißdeutungen auftauchen.

Die Typisierung kennzeichnet die in Frage kommenden Stoffe einmal nach ihrer grundlegenden Stoffzusammensetzung, ohne damit die technische Entwicklung durch unnötige Einzelvorschriften zu unterbinden, und das andere Mal durch bestimmte, für die Verwendung wichtige Eigenschaften des zu Normalprüfkörpern in vorgeschriebener Weise verpreßten Stoffes, soweit solche

[1] 1924, S. 730; 1925, S. 865, 979, 1585 u. 1712; 1926, S. 866 u. 1005; 1927, S. 984; 1928, S. 1094, 1096 u. 1097; 1929, S. 37 u. 1031; 1930, S. 988; 1931, S. 665 u. 980; 1932, S. 708 u. 1259; 1933, S. 95.

Digitized by Google

Eigenschaften z. Z. zahlenmäßig erfaßbar sind. Es handelt sich also hier zunächst nur um eine Art Norm seitens des Erzeugers, ähnlich wie es z. B. auf dem Gebiete der Eisen- und Stahlsorten der Fall ist. Für den Konstrukteur bedeuten solche Typisierungslisten eine außerordentliche Erleichterung, weil er bei seinen Entwürfen mit bestimmt angegebenen Stoffeigenschaften rechnen kann. Er ist also der Notwendigkeit enthoben, sich durch eigene Versuche jeweils über die betreffenden Stoffeigenschaften Gewißheit zu verschaffen.

Es war oben gesagt worden, daß in der Typisierungsliste der gummifreien Isolierpreßstoffe diejenigen Eigenschaften aufgeführt sind, die zahlenmäßig erfaßbar sind. Gegenüber den zwei Eigenschaften im Jahre 1924 sind es in der letzten Typisierung von 1932 außer der allgemeinen zur Vorschrift erhobenen Stoffzusammensetzung folgende Eigenschaften:

Biegefestigkeit,
Schlagbiegefestigkeit,
Wärmefestigkeit nach Martens,
Glutfestigkeit,
Oberflächenwiderstand.

Den durch die besonderen Verhältnisse der Post bedingten Wünschen der Reichspostverwaltung, die sich zur Übernahme der Typisierung des ZV bereit erklärt hat, ist dadurch Rechnung getragen, daß unter der Rubrik „elektrische Eigenschaften" noch Sonderanforderungen vorgesehen sind, die genauere Bestimmungen über Mindestwerte von Oberflächenwiderstand und Widerstand im Innern sowie über einen Höchstwert für den dielektrischen Verlustfaktor enthalten. Die Zahl der Typen ist auf 14 angewachsen.

Was hier als Normenwerk auf dem Gebiete der gummifreien Isolierpreßstoffe geschaffen ist, ist um so beachtenswerter, als dieser Industriezweig noch verhältnismäßig jung ist, und als auf manchem anderen, viel älteren Stoffgebiete bis heute noch jeder Ansatz zu ähnlichem fehlt.

Die Anwendung eines Stoffes eilt meist der Kenntnis versuchstechnisch erfaßbarer Eigenschaften voraus, und bei Erschließung neuer Anwendungsgebiete tappt man sowohl über Art und Maß der Anforderungen wie über Eignung eines Stoffes für den neuen Anwendungszweck meistens mehr oder weniger im Dunkeln. Ohne den Unternehmungsgeist, sich auf unbekanntes Gebiet zu wagen, würde der technische Fortschritt nur Schneckentempo haben; es besteht aber bei solchem Vorgehen immer auch die Gefahr von Mißerfolgen nicht nur wirtschaftlicher, sondern auch technischer Art, besonders im Hinblick auf Gefährdung von Menschenleben und Sachwerten. In diesem letzten Punkte spielen die Isolierstoffe eine sehr wichtige Rolle, und die möglichst vollständige Vertrautheit mit allen ihren wichtigen Eigenschaften ist für denjenigen, der sie anwendet, also in erster Linie den Konstrukteur, von größter Bedeutung. Er muß sich nicht nur darüber klar sein, was die Werte der Typisierungstabelle bedeuten, sondern auch darüber, daß das Vorhandensein von Eigenschaften, die in der Tabelle nicht aufgeführt, aber in einem bestimmten Anwendungsfalle zu fordern sind, nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden kann[2]. Das Fehlen einer Widerstandsfähigkeit in bestimmter Richtung oder ihr Vorhandensein in nur schwachem Maße ist noch nicht ein Grund, ein solches Material unbedingt von einem gewünschten Verwendungszweck auszuschließen, denn oft genug bietet sich die Möglichkeit, eine Schwäche eines Stoffes durch konstruktive Maßnahmen auszugleichen, wenn seine Anwendung um seiner sonstigen vorteilhaften Eigenschaften willen erwünscht ist. Die Entwicklung von Stoffprüfverfahren ad hoc durch die Konstrukteure hat selten Erfolg gebracht und trägt im allgemeinen nur zur Zersplitterung bei; denn in der Regel liegt der Fall so, daß denjenigen Stellen, die sich berufsmäßig mit der Stoffprüfung befassen, die Anforderungen der Praxis sehr wohl bekannt sind, daß aber noch nicht Prüfverfahren entwickelt werden konnten, die mit Sicherheit zu einwandfreien Ergebnissen führen. Denn es kann kein Zweifel bestehen, daß nichts schädlicher ist als ein Prüfverfahren, das hauptsächlich aus der Tendenz, zu zahlenmäßigen Werten zu kommen, entwickelt ist, aber die tatsächliche, in der Praxis vorkommende Beanspruchung des Stoffes nicht sinngemäß wiedergibt. Es ist in solchen Fällen entschieden besser, bis einwandfreie quantitative Prüfverfahren vorliegen, sich noch weiter mit einem qualitativen Hinweis zu begnügen. Man muß sich dann unter Umständen mit einer Gebrauchs- oder Gefahrenprüfung eines fertigen Gegenstandes behelfen, bei der Stoff und Konstruktion zugleich geprüft werden, ohne daß es natürlich möglich ist, daraus Werte für die Materialbeurteilung an sich einwandfrei abzuleiten. Die rasche Vermehrung der Verwendungsgebiete der gummifreien Isolierpreßstoffe macht den vorstehenden Hinweis besonders notwendig.

Bei der Anwendung von gummifreien Isolierpreßstoffen für Heizgeräte, z. B. Stecker, die dauernd Temperaturen ausgesetzt sind, für die die derzeitigen Typisierungswerte noch keine ausreichende Grundlage für die Wärmebeständigkeit bilden, hat man deshalb mit Recht eine Gebrauchsprüfung vorgeschrieben.

Die mechanischen Eigenschaften der gummifreien Isolierpreßstoffe haben in letzter Zeit zu einer Verwendung an Stellen geführt, die bisher ausschließlich von keramischen Stoffen beherrscht waren, insbesondere als Schaltersockel wie überhaupt als sogenannte Träger spannungführender Teile. Es ist bekannt, daß unter besonders ungünstigen Betriebsverhältnissen sich auf Trägern spannungführender Teile sogenannte Kriechströme ausbilden können. Bei Stoffen, die organische Bindemittel oder Füllstoffe enthalten, besteht dann die Gefahr, daß ein solcher Kriechstrom sich in den Isolierstoff selbst einfrißt, und daß sich u. U. eine dauernd leitende Kohlebrücke bildet.

Die Gefahr der Kriechstrombildung ist gerade aus dieser erweiterten Anwendung der gummifreien Isolierstoffe heraus in den letzten Jahren eifrig diskutiert worden; man hat auch an verschiedenen Stellen sich eingehend mit der experimentellen Erfassung der Entstehung und Ausbildung von Kriechströmen befaßt. Wieweit die eingeschlagenen Versuchswege zu richtiger Bewertung hinsichtlich der praktischen Eignung der Stoffe führen, ist noch nicht geklärt. Die Klärung ist um so schwieriger, als die Zahl der in der Praxis vorgekommenen Störungen durch Kriechstrom so gering ist, daß sie zu einer statistischen Auswertung bei weitem nicht ausreicht; immer hat sich aber bei den bekanntgewordenen Fällen gezeigt, daß besonders schwierige Betriebsverhältnisse vorgelegen haben. Die geringe Zahl der bekanntgewordenen Störungen soll gewiß nicht zur Unterschätzung der Kriechstromgefahr führen, und es ist alle Aufmerksamkeit darauf zu verwenden, wenn ungünstige Betriebsverhältnisse zu erwarten sind, durch Wahl geeigneten Materials und durch konstruktive Maßnahmen diese Gefahr nach Möglichkeit auszuschließen. Auf der anderen Seite darf aber die Nichteignung eines Materials für abnormale Fälle nicht zu einer Überschätzung der Kriechstromgefahr unter normalen Betriebsverhältnissen führen und damit zur Ausschaltung sonst überlegener Stoffe. Die Schwierigkeit, versuchstechnisch das Richtige zu treffen, hat bisher noch nicht zu einem einheitlichen Verfahren geführt; es konnte aber deshalb unmöglich die Herausgabe der in vielen Punkten schon verbesserten neuen Typisierung hinausgezögert werden. Sobald Versuchsverfahren für einwandfreie Ermittelung der Kriechstromfestigkeit ausgearbeitet sind, werden die typisierten Isolierpreßstoffe auch nach dieser Richtung charakterisiert werden; bis dahin muß aber der allgemeine Hinweis genügen, daß der Konstrukteur einer zu erwartenden Kriechstromgefahr durch sorgfältige Auswahl der Stoffe und konstruktive Maßnahmen begegnen muß. Zur Zeit sind in der PTR systematische Versuche eingeleitet, die die einzelnen in verschiedenen Industrielaboratorien usw. ausgearbeiteten Verfahren zur Bestimmung der Kriechstromfestigkeit auf ihre Brauchbarkeit prüfen, mit dem Endziel der Ausarbeitung eines allgemein gültigen Verfahrens.

[2] Vgl. E. Elbel, Herstellung und Eigenschaften von Kunstharzen, Plast. Massen Bd. 2 (1932) H. 1 ··· 5.

Digitized by Google

Vergußmassen für Kabelzubehörteile und ihre Aufgabe.

Von Dr.-Ing. E. Kirch, Berlin.

Vergußmassen für Kabelzubehörteile, also Endverschlüsse, Verbindungsmuffen, Abzweigmuffen usw., dienen zwei Zwecken, dem zuverlässigen, feuchtigkeitsdichten Abschluß und der elektrischen Isolierung der Enden bzw. Verbindungstellen der Kabel.

Diese Aufgaben erfüllt an sich, soweit es sich um Kabel mit Trockenisolation (z. B. Fernsprechkabel) handelt, eine sehr große Anzahl von Kompounden. Man hat sich hier jedoch auf einen bestimmten Typ festgelegt, der im wesentlichen aus Vaselinen, Paraffinen, Wachsen und Harzen zusammengesetzt ist, weil hierbei im Falle einer etwaigen Demontage ein bequemes Ausschmelzen gewährleistet ist.

Im Gegensatz hierzu ist der Abschluß der Enden von imprägnierten Kabeln lediglich mit Hilfe von Vergußmassen ein bislang ungelöstes Problem. Während eine ausreichende elektrische Isolierung bei Kabeln für niedrige und mittlere Spannungen ohne Mühe mit den hier üblichen Bitumenkompounden zu erzielen ist, liegt die Schwierigkeit in der Schaffung der zuverlässigen Abdichtung. Dies rührt daher, daß bei Belastung (Erwärmung) zunächst in den meisten Fällen Kabeltränkmasse aus den Kabelenden herausdrängt. Da hierbei erhebliche Drücke auftreten, und außerdem jede Bitumenmasse im Laufe der Zeit von den öligen Kabeltränkmassen aufgelöst wird, bahnt sich die Kabelmasse bald einen Weg an der Oberfläche der isolierten Adern und der Leiter entlang durch die Vergußmasse hindurch. Deshalb wird bei hochwertigen Endverschlüssen die endgültige Abdichtung mit Hilfe von Abdichtkappen, druckfesten Wickelbandagen und übergeschobenen druckfesten und ölbeständigen Schläuchen bewirkt. Aus dem gleichen Grund sieht man auch bei Muffen — wenigstens in betriebswichtigen Anlagen bzw. in Fällen größerer Gefährdung (beim Liegen in feuchtem Erdreich bzw. sogar unterhalb des Grundwassers) — zur Erhöhung der Sicherheit mit dem Kabel verlötete Blei- bzw. Blechmuffen innerhalb der üblichen Gußeisenschutzmuffen vor.

Je höher die Kabelspannung ist, um so mehr rückt das Isolierproblem in den Vordergrund. Im Hinblick hierauf hat man bei Kabeln für hohe Spannungen sowohl in Muffen als auch in Endverschlüssen die konsistenten bituminösen Massen fast durchweg zugunsten von Füllkompounden verlassen, die gleich oder ähnlich den im Kabel verwendeten Tränkmassen sind. Die Gründe seien an Hand des unterschiedlichen Verhaltens von Hochspannungs-Endverschlüssen mit konsistenter schwarzer Masse einerseits und mit Kabeltränkmasse anderseits besprochen. Wie oben angegeben, sucht bei neuen Kabeln bei jeder Erwärmung, also täglich ein oder mehrmals, unter erheblichen Drücken Masse aus dem Kabel herauszudringen. Dieser Vorgang klingt erst nach langer Zeit ab. Die anfallende Kabelmasse löst hierbei die schwarze Masse an der Trennschicht zwischen Aderoberfläche und Vergußmasse auf. Solange ein Herausdrängen von Masse stattfindet, besteht noch keinerlei Gefahr für das Kabelende. Eine Gefährdung tritt vielmehr erst dann ein, wenn nach sehr vielen Erwärmungen allmählich eine gewisse Weitung des Kabelmantels eingetreten ist, so daß jetzt (da Vakuum in den in der Kabelisolation entstandenen Hohlräumen herrscht) das Kabel Masse aus dem Endverschluß zurücksaugen kann. Dann wird der Raum an der Aderoberfläche, der mit verhältnismäßig dünnflüssiger Masse (Kabeltränkmasse und hierin aufgelöster schwarzer Masse) gefüllt ist, allmählich entleert, so daß also jetzt ein Hohlraum an dieser Stelle entsteht. Bei höherer Kabelspannung und einer entsprechend hohen elektrischen Beanspruchung des Endes tritt dann hier zunächst Glimmen auf, das sich jedoch im Laufe der Zeit mehr und mehr steigert und schließlich ohne äußeren Anstoß, bevorzugt jedoch bei einer Erdschluß- oder Gewitterüberspannung, zu einem Innenüberschlag des Endverschlusses führt. Anders liegen die Verhältnisse bei Verwendung von Kabeltränkmasse. Hier ist die Bildung von ausgesprochenen Hohlräumen an der Aderoberfläche begreiflicherweise ausgeschlossen, weil die Masse nachfließen kann. Schlimmstenfalls könnte bei starkem Rücksaugen der Masse durch das Kabel ein unzulässig tiefes Absinken des Massespiegels im Endverschluß stattfinden. Aus diesem Grunde ist es bei Hochspannungskabeln unerläßlich, zumindest von Zeit zu Zeit den Massestand in den Endverschlüssen zu kontrollieren bzw. durch Anwendung von Vorrats- oder Ausdehnungsbehältern an den Endverschlüssen eine gewisse Massereserve für den Fall eines starken Absackens zu schaffen. Die Notwendigkeit der Aufrechterhaltung günstiger dielektrischer Verhältnisse erfordert also bei Garniturteilen, die mit Kabeltränkmasse gefüllt sind, eine gewisse Wartung bzw. selbsttätige Bedienung, bietet jedoch dafür die Gewähr, daß Schwierigkeiten, die bei Gebrauch von schwarzer, konsistenter Masse unumgänglich sind, mit unbedingter Sicherheit vermieden werden. Ein weiterer Vorteil der Verwendung von Kabelfüllmasse für die Endverschlüsse besteht darin, daß hierdurch einer Masseverarmung eines etwa höher liegenden Kabelendes insofern vorgebeugt wird, als bis zu einem gewissen Grade eine Nachlieferung aus dem Endverschluß stattfinden kann. Auf diese Weise dürfte also die Verwendung von Kabeltränkmasse an Stelle der schwarzen Masse Fehlern, die unmittelbar unterhalb der Endverschlüsse aufgetreten sind und nicht in allen Fällen auf das Eindringen von Feuchtigkeit in die Endverschlüsse zurückzuführen waren, wirksam vorbeugen.

In ähnlicher Weise waren fast alle Fehler im Betrieb auf ungenügende physikalische Eigenschaften der Massen zurückzuführen, zufolge deren es, wie beispielsweise dargelegt, zur Hohlraumbildung und erst auf diesem Umwege zu elektrischen Schwierigkeiten kam. Somit hat die Praxis das Ergebnis von Überlegung und Rechnung bestätigt, daß bei zweckentsprechender Auswahl der Stoffe die Gefahr eines unmittelbaren thermisch-elektrischen Durchschlages bzw. der allmählichen chemischen Zersetzung zufolge ungünstiger elektrischer Eigenschaften, d. h. auf Grund ungenügender Reinheit der Stoffe ausgeschlossen ist. Die Forderungen, die hinsichtlich der Reinheit der Massen erfüllt werden müssen, sind in VDE 0351, „Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Vergußmassen für Kabelzubehörteile", durch entsprechende chemische Prüfverfahren präzisiert. In einer Bemerkung heißt es hier, daß „davon abgesehen wurde, den Prüfvorschriften solche anzufügen, die zur Beurteilung der elektrischen Qualität dienen, da es sich gezeigt hat, daß die erforderliche Durchschlagfestigkeit und das Isoliervermögen der Massen durch die niedergelegten physikalischen und insbesondere auch die chemischen Prüfverfahren in solchem Maße sichergestellt sind, daß sich eine Untersuchung in dieser Hinsicht erübrigt". Ohne zu verkennen, daß weitere Untersuchungen in elektrischer Beziehung an sich natürlich ebenfalls wertvolle Aufschlüsse geben können, muß man sich der Meinung des VDE voll und ganz anschließen und darüber hinaus sogar feststellen, daß dann, wenn beispielsweise an Stelle der Beurteilung nach physikalischen Gesichtspunkten eine Beurteilung lediglich nach elektrischen Gesichtspunkten (was früher häufiger geschah!) vorgenommen würde, in fast allen Fällen unbedingt dem unzweckmäßigeren Material der Vorzug gegeben würde.

Als Kriterien für die Beurteilung in elektrischer Hinsicht kommen die Durchschlagfestigkeit, der Isolationswiderstand und der Fehlwinkel in Frage. Für die Durchschlagfestigkeit werden insbesondere bei schwarzen Massen ohne Schwierigkeiten riesig hohe Werte erreicht, die teilweise um mehrere Größenordnungen höher liegen als die betriebsmäßigen Beanspruchungen. Wegen der Erschwerung der Ionenwanderung mit steigender Viskosität (Reibung!) ist die Durchschlagfestigkeit naturgemäß um so höher, je härter die Vergußmassen sind. So liegt beispielsweise die Durchschlagspannung (gemessen mit 10 mm-Kugeln von 1 mm Abstand) bei der VDE-Masse B mit 100 kV etwa doppelt so hoch wie die der VDE-Masse A mit 50 kV. Anderseits ist in den meisten Fällen eine Masse um so unzweckmäßiger, je härter und spröder sie ist, so daß man also aus den eingangs erwähnten Gründen beispielsweise stets die Masse A anwenden wird, wenn nicht besondere Gründe für die Wahl der Masse B sprechen. Der Käufer, der lediglich die Durchschlagfestigkeit als Kriterium für die Güte ansieht, würde also unbedingt die falsche Richtung einschlagen. Genau so würde es dem ergehen, der seine Entscheidung lediglich auf den Isolationswiderstand oder lediglich auf die dielektrischen Verluste gründet. Denn aus dem gleichen obenerwähnten Grund, nämlich der besseren Ionenbeweglichkeit

Digitized by Google

bei größerer Dünnflüssigkeit, weisen geschmeidige weiche Massen, deren Haftfähigkeit demgemäß erheblich höher liegt und bei denen die Gefahr der Rißbildung (besonders wichtig für Muffen ohne Blei-Innenmuffe!) dementsprechend vermindert ist, niedrigere Isolationswiderstände und zumindest bei höheren Temperaturen auch höhere Verluste auf als entsprechend härtere und für den Gebrauch ungünstigere Kompounde. Diese Beziehung mag zahlenmäßig erläutert werden durch den Vergleich der Verluste (s. Abb. 1) und der Isolationswiderstände (Zahlentafel 1) der VDE-Massen A und B, deren Komponenten lediglich auf Grund der chemischen Untersuchungen des VDE ausgewählt sind und von denen zusätzlich ermittelt wurde, daß die verwendeten Weichmachungsmittel, die die Masse A von der Masse B unterscheiden, selbst nur unbedeutende dielektrische Verluste bzw. sehr hohe Isolationswiderstände besitzen. Die Wiedergabe der Kurven verfolgt

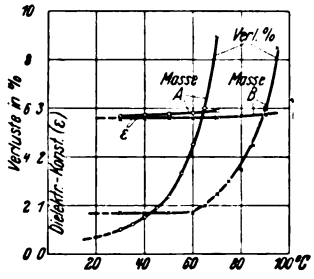


Abb. 1. Verluste in Prozent in Abhängigkeit von der Temperatur bei 50 Per/s.

Zahlentafel 1. Vergußmassen A und B (für Zubehörteile von Starkstromkabeln).

Temp. °C	Isol.-Widerstand in MΩ · cm Masse A	Masse B
95	—	0,21 · 10⁶
90	—	0,36 · 10⁶
80	—	1,1 · 10⁶
70	0,17 · 10⁶	3,5 · 10⁶
60	0,50 · 10⁶	12,0 · 10⁶
50	1,6 · 10⁶	71,0 · 10⁶
40	7,1 · 10⁶	> 1000,0 · 10⁶
30	45,0 · 10⁶	> 1000,0 · 10⁶

Physikalische Werte		A gemess. Werte	A Sollwerte	B gemess. Werte	B Sollwerte
Tropfpunkt	°C	rd. 70	≧ 65	95	≧ 90
Haften, ermittelt n. VDE-Probe	°C	„ −2	≦ 0	+ 18	≧ 20
Flüssigkeitsgrad bei Verarbeitungstemperaturen	E	„ 9,0	≦ 12	8,0	≦ 18

den weiteren Zweck, zu zeigen, daß auch die Absolutwerte der Isolationswiderstände so hoch bzw. die der Verluste so niedrig liegen, daß sie auf die Eigenschaften des verlegten Kabels keinen Einfluß ausüben können. Bei ihrer Verwendung wird sich also — unter der Voraussetzung sachgemäßer Installation — bei den fertigverlegten Strecken weder der Isolationswiderstand noch der Verlustwert von den Einzelmessungen an den Längen in der Fabrik merklich unterscheiden. Darüber hinaus ist aus den Daten zu erkennen, daß sogar die Verluste der dielektrisch ungünstigen Massen — selbst bei so hohen Temperaturen, wie sie im Betrieb niemals eintreten können — so niedrig liegen, daß eine chemische Veränderung bzw. ein thermisch-elektrischer Durchschlag selbst dann ausgeschlossen wäre, wenn die dielektrisch ungünstigen für höchste Spannungen verwendet würden, was sich jedoch aus oben dargelegten Rücksichten anderer Art verbietet.

Die unbedingte Zuverlässigkeit der Hochspannungsmasse für die Füllung von Kabelzubehörteilen trotz naturgemäß erheblich geringerer Durchschlagfestigkeit ist durch die Verwendung entsprechender Massen in Kabeln klargestellt, wo sie ja bekanntlich erheblich höher beansprucht sind als in Garniturteilen. Die dielektrischen Eigenschaften eines solchen Kompounds zeigt Abb. 2.

Die Vergußmasse für Schwachstromkabel-Garnituren ist neben den physikalischen Daten hinlänglich durch ihre in Zahlentafel 2 gegebenen Isolationswiderstände gekennzeichnet.

Die niedergelegten Untersuchungen, die ich dem Starkstromlaboratorium des AEG-Kabelwerkes Oberspree verdanke, beweisen, daß die chemischen Prüfungen des VDE volle Gewähr dafür bieten, daß die hiernach ausgesuchten Stoffe auch in elektrischer Beziehung allen Anforderungen genügen. Hiermit soll nicht bestritten werden, daß durch weitergehende Reinigung nach bekannten physikalischen oder chemischen Verfahren die dielektrischen Werte noch günstiger gestaltet werden können. Ein solches Vorgehen hätte jedoch keinerlei praktische Bedeutung für den hier besprochenen Verwendungszweck und würde nur eine unnötige Verteuerung bewirken.

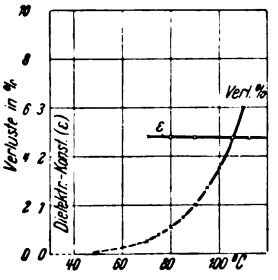


Abb. 2. Verluste in Prozent in Abhängigkeit von der Temperatur bei 50 Per/s. Vergußmasse für Zubehörteile von Hochspannungskabeln.

Zahlentafel 2. Vergußmasse C (für Zubehörteile von Fernmeldekabeln).

Physikalische Werte		gemessen	Sollwerte
Tropfpunkt	°C	rd. 60	≧ 50
Haften, ermittelt n. VDE-Probe	°C	„ + 19	≧ 20
Flüssigkeitsgrad bei 135 °C	E	„ 1,9	≦ 4

Temp. °C	Isol.-Widerstand in MΩ · cm	Temp. °C	Isol.-Widerstand in MΩ · cm
70	0,30 · 10⁶	50	5,0 · 10⁶
65	0,50 · 10⁶	45	18,0 · 10⁶
60	0,96 · 10⁶	40	95,0 · 10⁶
55	1,9 · 10⁶		

Die oben an dem Beispiel von Vergußmassen für Kabelzubehör angestellten Erörterungen gelten in gleichem Maß für Vergußmassen für andere elektrotechnische Zwecke, beispielsweise für das Vergießen von Kondensatorwickeln, kleinen Transformatoren, Drosseln oder ähnlichen Teilen in Blechgehäusen, für das Ausgießen von Hohlräumen in Isolatoren, kleinen Durchführungen usw. Überall muß hier der Grundsatz gelten, daß man zur Vermeidung von Schwierigkeiten in elektrischer Hinsicht in erster Linie auf günstige physikalische Eigenschaften, u. zw. insbesondere auf Schmiegsamkeit und Haftfähigkeit zu achten hat, damit im Sinne einer unbedingten Abdichtung und bei hoher Beanspruchung einer Glimmfreiheit der Riß- und Lunkerbildung vorgebeugt ist.

Isolieröle.

Von J. Tausz, Karlsruhe.

Isolieröle werden in der Elektrotechnik für Transformatoren und Schalter verwendet. Ihre Aufgabe besteht einerseits in Isolation und anderseits in Kühlung; hierzu kommt noch die Löschwirkung bei Funkenbildung. Als Isolieröle verwendet man fast ausschließlich Mineralöldestillate, die so raffiniert sein müssen, daß sie bestimmten Vorschriften entsprechen. Harzöle, durch Destillation von Kolophonium gewonnen, kommen heute kaum mehr in Betracht. Versuche zur Einführung synthetischer Öle wurden schon verschiedentlich gemacht. In den letzten Jahren haben F. Hoffmann[1] und Mitarbeiter aus Naphthalin und Äthylen durch Kondensation unter hohem Druck bei Gegenwart von Borfluorid und Salzsäure synthetische Produkte gewonnen.

An früherer Stelle dieser Zeitschrift[2] wurde schon ausführlich über Isolieröle berichtet. Es erübrigt sich daher, eine erschöpfende Darstellung zu bringen, was im Rahmen der vorliegenden kleinen Arbeit auch nicht möglich ist. Es können nur einige wichtige Punkte herausgegriffen werden. Vor allem soll die so außerordentlich wichtige Frage des Verhaltens der Isolieröle gegenüber Sauerstoff besprochen und die neueren Ansichten über ihre Oxydation dargelegt werden. Denn die Öle sollen ja in den Transformatoren möglichst lange Zeit unverändert bleiben, damit das hauptsächlich infolge „Verschlammung" notwendige Auswechseln, das natürlich mit Zeit- und Geldkosten verbunden ist, so wenig wie möglich vorgenommen werden muß. Die sog. „Alterung" der Transformatorenöle ist daher Gegenstand zahlreicher Untersuchungen geworden. Verschiedene Verfahren[3] wurden ausgearbeitet, um die Öle auf ihre Alterungsneigung, d. h. ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderung durch Luft und Feuchtigkeit zu prüfen. Diesen Unter-

[1] Siehe z. B. C. Wulff, Jahrbuch von den Kohlen und Mineralölen, S. 79 (1928).
[2] ETZ 1927, S. 1613.
[3] Siehe z. B. Engler-Höfer-Tausz, Das Erdöl Bd. 4: D. Holde, S. 230 u. f. (1930).

Digitized by Google

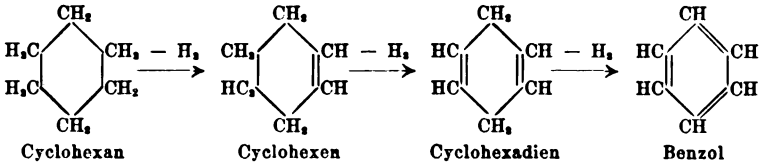
suchungen kommt neben der Prüfung auf elektrische Durchschlagfestigkeit besondere Bedeutung zu.

Vielleicht ist es interessant, zunächst einmal die bei der Oxydation sich abspielenden Vorgänge näher zu beleuchten. Bekanntlich bestehen die Mineralöle in der Hauptsache aus Kohlenwasserstoffen der folgenden Reihen: Paraffine, Olefine, Naphthene und aromatische Kohlenwasserstoffe. Je nach Herkunft der Öle überwiegen die Vertreter der einen oder anderen Kohlenwasserstoffreihe. Qualitativ haben daher alle Isolieröle fast die gleiche Zusammensetzung, sie unterscheiden sich nur in der quantitativen Zusammensetzung. Hier spielt neben der Herkunft des Öles die Raffination eine ausschlaggebende Rolle. Früher nahm man allgemein an, daß bei der Raffination vor allem die ungesättigten Kohlenwasserstoffe vollständig entfernt werden müssen, weil sie durch Sauerstoff leicht angreifbar sind. So einfach liegen jedoch die Verhältnisse nicht. So können z. B. gewisse ungesättigte Kohlenwasserstoffe in bestimmten Mengen von Vorteil sein und eine gewisse Schutzwirkung ausüben. Man darf daher einen gewissen Grad der Raffination nicht überschreiten. „Überraffinierte" Isolieröle können bekanntlich sehr schädlich sein und im Transformator unangenehme Erscheinungen verursachen. Hierauf wies u. a. H. Stäger[4] hin.

Im allgemeinen werden die Kohlenwasserstoffe in gesättigte und ungesättigte eingeteilt. Mit dieser Einteilung kommt man jedoch nicht aus, und ich habe daher schon früher[5] den Ausdruck „übersättigte" Kohlenwasserstoffe eingeführt. Dies soll bedeuten, daß das Kohlenstoffskelett mit Wasserstoff überladen ist, so daß der Kohlenwasserstoff von selbst Wasserstoff abgeben kann. Je nach Temperatur- und Druckverhältnissen kann der Kohlenwasserstoff sich in jedem dieser drei Zustände befinden. Der Sättigungscharakter ist nicht nur eine Funktion der Konstitution, sondern auch der Temperatur und des Druckes. Bei den Isolierölen spielen Temperatur und Druck keine große Rolle; im Transformator herrschen höchstens Temperaturen bis 95 ° C. Daher braucht hierauf nicht weiter Rücksicht genommen zu werden. Dagegen sind schon bei gewöhnlicher Temperatur die paraffinischen Kohlenwasserstoffe in einem Zustand der Übersättigung, wo sie leicht Wasserstoff abgeben können, allerdings nur in Gegenwart von Sauerstoffüberträgern. Es findet zunächst eine Dehydrierung statt; der abgespaltene Wasserstoff vereinigt sich mit Sauerstoff unter Bildung von Wasser; der restliche Kohlenwasserstoff verhält sich wie ein ungesättigter Kohlenwasserstoff. Er kann Sauerstoff direkt anlagern, wodurch Moloxyde bzw. Peroxyde entstehen. Diese zerfallen dann wieder unter Bildung von atomistischem Sauerstoff, der seinerseits das Öl weiter oxydieren kann. Neben der Oxydation selbst finden noch andere chemische Veränderungen statt, u. zw. Kondensation und Polymerisation. Primär wird aber immer die Abspaltung von Wasserstoff erfolgen. Der entstehende ungesättigte Kohlenwasserstoff ist natürlich nur von kurzer Lebensdauer, da er gleich weiter reagiert. Daß er aber tatsächlich gebildet wird, konnten wir bei unseren Untersuchungen der bakteriellen Oxydation[6] von Kohlenwasserstoffen zeigen. Es gelang uns, als Zwischenprodukt einwandfrei ungesättigte Kohlenwasserstoffe nachzuweisen. Auch E. Berl[7] und seine Mitarbeiter konnten bei ihren ausgedehnten Untersuchungen einen derartigen Oxydationsverlauf feststellen. Unsere Versuche mit Bakterien zeigten auch, daß tatsächlich bei gewöhnlicher Temperatur schon die paraffinischen Kohlenwasserstoffe oxydiert werden können. Als Sauerstoffüberträger wirken in diesem Falle die Bakterien. Bei Transformatorenölen, die stets mehr oder weniger mit unedlen Metallen in Berührung kommen, können diese oder ihre Salze als Sauerstoffüberträger dienen, so daß wir annehmen können, daß in den Transformatoren die paraffinischen Kohlenwasserstoffe schon bei gewöhnlicher Temperatur einer solchen Oxydation unterworfen werden können. Hierzu kommt noch, daß die in den Transformatoren befindlichen Baumwollfasern infolge ihrer großen Oberfläche als Oxydationsbeschleuniger wirken können. Auf die Wirkung der Baumwolle bei der Säurebildung in Transformatorenölen hat auch H. Stäger[8] schon hingewiesen. Als Analogon sei das Verhalten von reinem Benzaldehyd gegenüber Sauerstoff erwähnt. Wird reines, frisch destilliertes Benzaldehyd unter einem Druck von 110 at Sauerstoff belassen, so schäumt es beim Herausnehmen aus der Bombe einfach auf unter Entweichen des gelösten Sauerstoffes, ohne oxydiert worden zu sein. Gibt man jedoch ein Stück Eisendraht in die Bombe, so wird das ganze oxydiert. Bei Zugabe von etwas Baumwolle in die Bombe findet eine höchst brisante Explosion statt. Daraus sieht man, wie stark derartige Stoffe als Sauerstoffüberträger wirken können.

Die ungesättigten olefinischen Kohlenwasserstoffe reagieren unter direkter Sauerstoffaufnahme, und die Oxydation verläuft dann wie oben beschrieben. Es soll noch erwähnt werden, daß die entstandenen hochmolekularen Kondensations- und Polymerisationsprodukte eine sehr geringe Löslichkeit im Öl besitzen, insbesondere wenn sie viel Sauerstoff enthalten. Dadurch entstehen Ausscheidungen, die zu der gefürchteten Schlammbildung im Transformator führen. Daß die ungesättigten Kohlenwasserstoffe in gewisser Hinsicht auch nützlich sein können, wurde schon oben angedeutet. Unter den Anlagerungsverbindungen können auch solche sich bilden, die eine gewisse Schutzwirkung ausüben. Vielleicht läßt sich dies am besten an einem Musterbeispiel erklären. Bekanntlich wirkt Hydrochinon oxydationshemmend, es gehört zu den sog. Antioxydationsmitteln. Sein Oxydationsprodukt dagegen, das Chinon, ist ein bekanntes Oxydationsmittel. Die Anlagerungsverbindung dieser beiden, das Chinhydron, ist neutral. Es hat in sauren Medien keine oxydative Wirkung. Bei den ungesättigten Kohlenwasserstoffen ist das erste Oxydationsprodukt, das Moloxyd, in seiner Wirkung mit Chinon zu vergleichen. Es ist stark reaktionsfähig und kann durch Sauerstoffabspaltung noch weitere Ölmoleküle oxydieren. Anderseits kann es aber auch mit dem ungesättigten Kohlenwasserstoff selbst Anlagerungsverbindungen bilden, wodurch dieser stabilisiert wird. Der ungesättigte Kohlenwasserstoff ebenso wie das Moloxyd wird auf diese Weise der weiteren Oxydation entzogen. So ist die Schutzwirkung zu erklären. Statt mit ungesättigtem Kohlenwasserstoff kann das Moloxyd auch mit aromatischen Kohlenwasserstoffen Anlagerungsverbindungen liefern. Deren Anwesenheit in Transformatorenölen kann also durch Verlangsamung der Oxydationsvorgänge günstig sich auswirken. Leider sind allerdings diese Anlagerungsverbindungen nicht sehr beständig bei höheren Temperaturen. Daher kommt es, daß die schon von verschiedener Seite empfohlenen Zusätze aromatischer Verbindungen sich nicht sehr bewährt haben.

Daß nicht nur der Wasserstoffgehalt, sondern auch die Konstitution der Kohlenwasserstoffe beim Verlauf der Oxydation maßgebend ist, sei an folgendem Muster gezeigt: Cyclohexan ist ein Naphthen-Sechsring von der Zusammensetzung C_6H_{12}, verhält sich also betr. Wasserstoffgehalt wie ein Olefinkohlenwasserstoff. Infolge seiner Ringstruktur ist es jedoch, da es keine freien Valenzen hat, sehr widerstandsfähig gegen Oxydation. Oxydationsmittel, die z. B. Paraffinkohlenwasserstoffe angreifen, sind gegenüber Naphthenen unwirksam. Wird von Cyclohexan ein Wasserstoffmolekül abgespalten, so erhalten wir Cyclohexen, das sich bei der Oxydation ähnlich wie ein olefinischer Kohlenwasserstoff verhält. Beim Abspalten eines weiteren Wasserstoffmoleküls entsteht Cyclohexadien, das sehr reaktionsfähig ist und bei der Raffination unbedingt aus den Ölen entfernt werden muß. Bei freiem Luftzutritt wird es innerhalb eines Jahres durch Polymerisation und Oxydation vollständig in einen anderen Körper übergeführt. Werden nun aber nochmals zwei Wasserstoffatome abgespalten, so kommen wir zu dem außerordentlich beständigen aromatischen Kohlenwasserstoff Benzol. Trotz des niedrigen Wasserstoffgehaltes ist er bedeutend widerstandsfähiger gegen Oxydation als die wasserstoffreicheren Naphthen- und Paraffinkohlenwasserstoffe. Das folgende Schema veranschaulicht dies:



Die besprochenen Reaktionsschemata stellen natürlich nur einige der möglichen Vorgänge bei der Oxydation dar. Die sich hierbei abspielenden Reaktionen sind so mannigfaltig, daß sie nicht ohne weiteres schematisiert werden können. Aber es ist gerade im Hinblick auf die Raffination wichtig, sich die verschiedenen Eigenschaften

[4] Siehe z. B. Petroleum Bd. 26, S. 605 (1930).
[5] J. Tausz u. F. Schulte, Über Zündpunkte und Verbrennungsvorgänge im Dieselmotor, S. 12 (1924). Verlag Knapp, Halle a. S.
[6] J. Tausz u. P. Donath, Z. physiol. Chem. Bd. 190, S. 141 (1930).
[7] Z. physik. Chem. Abt. A, Bd. 139, S. 453 (1928).
[8] Petroleum Bd. 26, S. 447 (1930).

Digitized by Google

der Kohlenwasserstoffreihen klar zu machen. Der Wunsch der Elektrotechniker, ein höchst luftbeständiges Öl zu haben, kann nicht einfach dadurch erfüllt werden, daß man den Raffinationsgrad erhöht. Es sind hier Grenzen gezogen, und die Technik hat auch sehr richtig die Bezeichnung „überraffinierte Öle" geprägt. Es gibt keine idealen Isolieröle, die allen Anforderungen genügen können. So neigen bekanntlich die weniger stark raffinierten Öle in gewissem Maße zur Schlammbildung, bilden aber weniger Säure, während umgekehrt die stark raffinierten Öle eher zur Säure- als zur Schlammbildung neigen.

Von besonderer Bedeutung ist auch die Wasserbildung bei der Oxydation der Öle. R. Schläpfer[9] hat z. B. bei Ölen von Paraffinbasis beträchtliche Wasserbildung beobachtet, und v. d. Heyden und Typke[10] haben dies bei Naphthenbasisölen festgestellt.

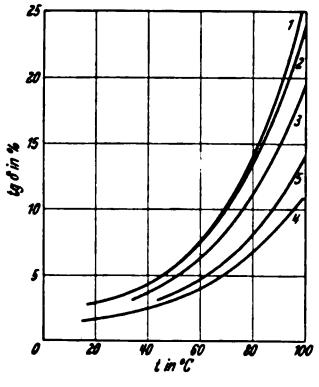
[9] Dissertat. Zürich 1925, S. 26 u. 75.
[10] Erdöl u. Teer 1927, S. 108.

Von großer Wichtigkeit sind auch die richtige Lagerung und das Einfüllen der Öle. Die Transformatoren- und Schalteröle müssen ganz besonders vor Staub geschützt werden, weil dieser nicht nur, wie oben gezeigt, als Sauerstoffüberträger bei der Oxydation dient, sondern auch die Durchschlagfestigkeit bedeutend herabsetzt. Ebenso verhält es sich mit Wasser. Schon Spuren von Feuchtigkeit können schädlich sein, und es muß daher hierauf ganz besonders Rücksicht genommen werden. Die Aufbewahrungsgefäße müssen gut verschlossen sein, und beim Umfüllen muß dafür Sorge getragen werden, daß die Gefäße ganz rein und trocken sind. Wasser und Verunreinigungen machen die Öle inhomogen und beeinträchtigen die Durchschlagfestigkeit.

Die verschiedenen Vorschriften für die Lieferung von Isolierölen enthalten meistens Bestimmungen darüber, welche Eigenschaften und welche Bestandteile die Öle nicht haben sollen. Die Wissenschaft ist noch nicht so weit entwickelt, daß man positive Vorschriften machen könnte.

Über die Materialfestigkeit von keramischen Isolatoren bei elektrischer Stoßbeanspruchung.

Die zu einem gewissen Abschluß gelangte Erforschung der atmosphärischen Überspannungen mit stoßartigem Charakter erfordert eine nähere Untersuchung des Verhaltens der Isolierstoffe, besonders der Porzellanisolatoren, gegenüber Stoßspannungen[1]. Es zeigte sich, daß bei keramischen Isolierstoffen die Durchschlagspannung im homogenen Feld annähernd proportional mit der Schichtstärke ansteigt, u. zw. sowohl für Wechselspannung als auch für Gleich- und Gleichstrom-Stoßspannung (Abb. 1).



Kurve	Feldspat %	Quarz %	Ton %
1	35	20	45
2	35	20	45
3	25	35	40
4	18	41	41
5	23	32	45

Abb. 1. Verlustwinkel von Porzellanmassen, abhängig von der Temperatur.

Ein Einfluß der Kurvenform ist praktisch nicht nachweisbar, wenn man die Scheitelwerte der Spannung einsetzt. Man kann bei Isolatoren mit großer Wandstärke bis zu etwa 30 mm mit einer Durchschlagfestigkeit von 150 bis 200 kV_{max}/cm rechnen, während an Prüfkörpern mit einfacher Formgebung die Festigkeit 400 ··· 450 kV_{max}/cm beträgt. Im inhomogenen Feld liegen die Werte um 40 ··· 70 % tiefer, wobei nach Inge und Walter eine minimale Durchschlagspannung vorhanden ist, die auch bei extrem ungünstigen Elektroden nicht unterschritten wird. Im inhomogenen Feld wird die Durchschlagspannung wesentlich beeinflußt durch die Art des Mediums, in das der Prüfkörper eingebettet wird.

Der Einfluß der Temperatur ist verschieden je nach Spannungsart, Elektrodenform und Schichtstärke. Im homogenen Feld ist der Abfall der Durchschlagfestigkeit um so größer, je größer die Dauer der Spannungsbeanspruchung und je größer die Schichtdicke ist. Bei sehr kurzzeitigem Stoß ist die Durchschlagfestigkeit zwischen Schichtstärken von 1 und 10 mm annähernd konstant. Im inhomogenen Feld ist die Erniedrigung der Durchschlagspannung mit steigender Temperatur scheinbar bei der kürzesten Welle am größten, jedoch überdeckt der Einfluß des sich mit der Temperatur ändernden Einbettmediums den Einfluß der Temperaturerhöhung des Prüfkörpers. Im inhomogenen Feld liegen die Werte bei positiver Spitze um 5 ··· 10 % niedriger als bei negativer Spitze, ohne daß dadurch das Aussehen des Durchschlagkanals geändert wird.

Die Durchschlagspannung ist praktisch unabhängig von der Beanspruchungsdauer, u. zw. sowohl für homogenes als auch für inhomogenes Feld. Die Durchschlagspannungen bei Stoßwellen mit sehr kleiner Zeitkonstante liegen etwas tiefer als die Wechselspannungswerte, was anscheinend durch den extrem steilen Anstieg der kurzen Welle begründet ist.

An Isolatoren ist bei allen Durchschlagversuchen praktisch das Feld stets mehr oder weniger inhomogen, weniger in Luft, mehr in Öl. Dementsprechend liegen die Durchschläge auch fast immer am Rand der Elektroden. Dies gilt sowohl für Wechselspannung als auch für Stoßspannung. Dagegen unterscheidet sich das Aussehen der Durchschlagstelle bei beiden Spannungsarten grundsätzlich voneinander. Bei Wechselspannung bildet sich ein Kanal, der je nach der Stromstärke mehr oder weniger stark verglast ist. Dagegen werden bei Stoßspannung häufig die Isolatoren vollkommen zertrümmert. Von dem Durchschlagkanal selbst gehen Drucklinien aus, die dasselbe Aussehen haben wie bei mechanischer Zertrümmerung. Durch Blitzschlag beschädigte Isolatoren zeigen dasselbe Aussehen. Auch die Gleitfunkenbahnen unterscheiden sich bei beiden Spannungsarten wesentlich voneinander.

Besonders wichtig ist die Frage der Teildurchschläge an Isolatoren, wie sie von Inge und Walter[2] an Glas und Steinsalz beobachtet wurden. Bei Porzellankörpern bis zu 10 mm Wandstärke konnten derartige Teildurchschläge nicht festgestellt werden, wohl aber an Isolatoren mit besonders hoher Überschlagspannung und Wandstärken von 20 ··· 25 mm. Teildurchschläge kündigen sich durch starke Vorentladungen bei Stoßbeanspruchung an. Durch Verlustwinkelmessung läßt sich feststellen, daß bei einer gewissen kritischen Spannung im inhomogenen Feld Teile des Isolators durchschlagen werden. Bei jedem Stoß wächst der Durchschlagkanal weiter vor. Die Feldstärke, bei der diese Teildurchschläge erfolgen, wird zu 200 kV_{max}/cm angegeben. Übermäßige elektrische Beanspruchungen, die noch nicht zu Teildurchschlägen führen, scheinen ferner eine Ermüdung des Materials zur Folge zu haben. Die bei der VDE-mäßigen Stoßprüfung auftretenden Beanspruchungen sind in keinem Falle so groß, daß dadurch eine Beschädigung des Scherbens eintreten könnte.

Wichtig ist die Formgebung der Isolatoren. Es sind möglichst alle Feldspitzen zu vermeiden, ferner ist insbesondere bei Hängeisolatoren das Bolzenloch mit einem vollkommen leitenden Überzug zu versehen. Weit ausladende schwachwandige Scherben werden bei Stoßspannung leicht durchschlagen. Die Überschlagspannung soll stets wesentlich niedriger liegen als die Durchschlagspannung, u. zw. auch bei Stoßbeanspruchung.

[1] K. Draeger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 8, S. 597.

[2] L. Inge u. A. Walter, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 259.

Digitized by Google

Die Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik.

Von F. Moench, Berlin.

Aufgabe der elektrischen Nachrichtentechnik ist es, Nachrichten irgendwelcher Art, Sprache oder Schrift, akustische oder optische Signale auf kürzere oder längere Entfernungen unter Benutzung elektrischer Ströme zu übermitteln. Bei all diesen Aufgaben wird verlangt, die Entfernungen mit möglichst geringer Energie zu überbrücken, d. h. die am Sendeort aufgewandte Energie am Empfangsort möglichst voll zur Geltung zu bringen oder die Energieverluste längs des Übertragungsweges und in den Sende- und Empfangstellen möglichst gering zu halten. Da diese Möglichkeit in erster Linie von der Bauart der Fernmeldeanlagen abhängig ist, ist es ohne weiteres verständlich, daß die elektrische Nachrichtentechnik von Anbeginn an das größte Interesse an der Entwicklung der verschiedenen Werkstoffe zum Bau ihrer Apparate und Leitungen hatte. Was die stromführenden Teile anlangt, so war im Kupfer schon frühzeitig der Werkstoff gegeben, der allen billigen Anforderungen entsprach. Anders lagen die Verhältnisse bei den Stoffen, die die Verluste längs des Übertragungsweges möglichst niedrig halten sollten, den Nichtleitern. Verfolgt man das Schrifttum der Nachrichtentechnik durch die Jahrzehnte, so zeigt sich, daß immer wieder Arbeiten erscheinen, die sich mit den Eigenschaften der verschiedensten Isolierstoffe beschäftigen. Man erkennt auch, wie sich die Anforderungen an die Werkstoffe im Laufe der fortschreitenden Entwicklung immer mehr steigerten.

In den Anfängen der Telegraphie handelte es sich vornehmlich um Übertragung von Gleichstromstößen über blanke Freileitungen; das Haupterfordernis war also, die Ableitungen an den Stützpunkten der blanken Leiter möglichst gering zu halten. Als Isolierstoff wird für Freileitungen neben den hölzernen Masten hauptsächlich Porzellan, u. zw. verschiedenster Formgebung benutzt, zeitweise auch Glas. Die Arbeiten jener Zeit beschäftigen sich daher mit der Messung des Isolationswiderstandes dieser Baustoffe unter den verschiedensten Witterungsverhältnissen (1, 3, 4)[1]. Beim Aufbau des deutschen Telegraphenkabelnetzes in dem Jahrzehnt von 1875 ··· 1885 spielte die Frage der Isolation eine maßgebende Rolle. Damals entschloß man sich für eine Isolierung aus Guttapercha. Durch die jahrelangen Beobachtungen dieses Netzes ist es gelungen, die Eigenschaften der Guttapercha unter den verschiedensten Bedingungen zu studieren (2, 5, 6). Wie richtig die damalige Wahl des Isolierstoffes war, geht aus den heute vorliegenden Erfahrungen hervor; denn dieses Kabelnetz ist zum Teil heute, nach mehr als 50 Jahren, noch im Betrieb.

Die Einführung des Fernsprechers in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts war zunächst ohne größeren Einfluß auf die Isolierstofftechnik; erst die Zunahme der Sprechstellen und damit die Vergrößerung der Vermittlungsämter mit ihren zahlreichen Schaltdrähten führte zu weiteren Versuchen und Untersuchungen. In den Ämtern war es aus räumlichen Gründen von vornherein unmöglich, mit Porzellan und Guttapercha zu bauen. Als neue Isolierstoffe traten Seide, Baumwolle und Papier, getränkt mit Wachs, Paraffin u. ä. und auch ungetränkt in die Erscheinung (7, 18). Bald mußte man auch erkennen, daß die Fernsprechströme mit ihren hohen Frequenzen andere Anforderungen an die Werkstoffe stellen, und daß es nicht genügt, den Isolationswiderstand bei Gleichstrom zu messen. In der Folge werden deshalb eine große Zahl von Untersuchungen durchgeführt, die sich mit den dielektrischen Verlusten bei Wechselstrom befassen und unsere Kenntnisse über die Isolierstoffe wesentlich gefördert haben (8, 9, 10, 11, 12). Auch bei diesen Untersuchungen war es notwendig, die verschiedensten Einflüsse zu studieren, so vor allem den der Luftfeuchtigkeit auf das Verhalten der Isolierstoffe.

Bei dieser großen Bedeutung der Isolierstoffe für die Nachrichtentechnik ist es verständlich, daß sie der Entwicklung dieser Werkstoffe dauernd größte Beachtung schenkt und durch Stellung bestimmter Aufgaben und Forderungen diese Entwicklung maßgebend beeinflußt. In neuerer Zeit kommen zu den oben geschilderten elektrischen Forderungen auch noch solche bautechnischer Art; denn die neuzeitliche Massenfabrikation muß mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit ganz bestimmte Eigenschaften verlangen, die die leichte Bearbeitung und Verarbeitung der Baustoffe gestatten. Die heutige Nachrichtentechnik benutzt fast alle marktgängigen Isolierstoffe und ist einer der größten Verbraucher von Isolierstoffen überhaupt; allerdings muß sie auch mitunter Anforderungen stellen, die von der üblichen Handelsware nicht erfüllt werden.

Die **natürlichen Isolierstoffe** werden in der Nachrichtentechnik in ähnlicher Weise benutzt wie in der Starkstromtechnik. Marmor und Schiefer finden wir hauptsächlich im Schalttafelbau und bei der Herstellung hochbelastbarer Widerstände. Asbest wird meist nur verwandt mit Rücksicht auf seine schwere Brennbarkeit und Feuerbeständigkeit, also vor allen Dingen dort, wo es sich um die Abschaltung großer Stromstärken handelt; in geringerem Maße wird er, in Form von Pappe, für Trennwände benutzt, um einzelne Teile feuersicher abzuschließen. Die Verwendung von Holz, das früher sehr viel, vor allem getränkt mit bestimmten Chemikalien, benutzt wurde, ist jetzt fast nur noch in der Hochfrequenztechnik üblich, u. zw. in der Hauptsache bei Sendeanlagen für lange Wellen.

Naturgemäß werden bei diesen Großstationen auch keramische Isolierstoffe in reichem Maße verwendet, vor allem Porzellan und Steatit. Sie werden z. B. gebraucht zur Halterung der Röhren, bei der Herstellung von Rohrleitungen für das Kühlwasser der wassergekühlten Großsenderöhren u. ä. Porzellan besonders großer Druckfestigkeit ist erforderlich zur Isolierung der schweren eisernen Funktürme. In dem Bestreben, die dielektrischen Verluste bei den hohen Frequenzen und Spannungen möglichst niedrig zu halten, ist eine Reihe von Gemischen natürlicher Isolierstoffe erzeugt worden. Hier seien nur erwähnt Calan, Calit, Frequentit, Frequenta und Mycalex. Mycalex ist, wie der Name schon andeutet, glimmerhaltig.

Glimmer selbst wird in großem Umfange als Dielektrikum für Kondensatoren gebraucht, u. zw. hauptsächlich für solche zu Meßzwecken. Die geringen dielektrischen Verluste des Glimmers, auch bei höheren Frequenzen, und sein hoher Isolationswiderstand machen ihn dazu besonders geeignet. Allerdings muß man bei der Auswahl dieses Baustoffes sehr vorsichtig sein, da das Naturprodukt sehr oft metallische Einschlüsse enthält. Für die als Normale geltenden Glimmerkondensatoren darf nur erstklassiger Glimmer verwendet und mit großer Umsicht verarbeitet werden. Bis jetzt ist Glimmer immer noch das beste Dielektrikum für solche Zwecke, und der in der letzten Zeit erheblich fortgeschrittenen Erzeugung künstlicher Isolierstoffe ist es noch nicht gelungen, einen Ersatz für dieses Naturprodukt zu schaffen.

Hier sei auch der Verwendung von Glas und Quarz gedacht. Für manche Zwecke kann man Glas auch als Dielektrikum für Kondensatoren benutzen; jedoch kann es sich hier meist nur um kleinere Kapazitätswerte handeln, da sich für größere Werte zu große Gewichte ergeben. Quarz wird ebenfalls vornehmlich nur für Normalkondensatoren benutzt, und zwar nur in geringen Mengen in ähnlicher Weise wie Bernstein. Dieses Verwendungsgebiet deckt sich fast vollkommen mit dem der Meßtechnik. In der Nachrichtentechnik finden Quarz und Glas die größte Anwendung im Röhrenbau.

Neben den erwähnten Kondensatoren der Meßtechnik braucht die Nachrichtentechnik eine große Zahl von Kondensatoren für Betriebszwecke. Bei diesen wird durchgängig Papier als Dielektrikum verwendet. Ferner wird Papier heute fast allgemein zur Isolation der Kabel benutzt. Bei der Kabelisolation muß in erster Linie darauf geachtet werden, daß das Papier bei der Verarbeitung genügend trocken ist und während des Arbeitsganges keine Feuchtigkeit aufnimmt, da diese die Verluste stark vergrößert (20). Man muß deshalb die zu verwendende Papiersorte mit großer Vorsicht aussuchen. Bei den Papieren der Kondensatorfabrikation spielt dieser Gesichtspunkt keine so große Rolle, da die Kondensatoren nach gehöriger Trocknung meist mit Paraffin, Ceresin, Wachs u. ä. getränkt werden. Hingegen ist bei Kondensatorenpapieren zu beachten, daß sie gleichmäßig dünn sind, daß sie keine Löcher, selbst von geringster Größe, aufweisen usw. Für die Kondensatoren der Funktechnik, die Spannungen von mehreren tausend Volt ausgesetzt sind, be-

[1] Diese Zahlen beziehen sich auf den Nachweis des Schrifttums auf S. 563.

Digitized by Google

nutzt man sehr viel Papierkondensatoren mit entsprechender Ölfüllung oder auch solche mit künstlichen, vornehmlich geschichteten und geklebten Isolierstoffen als Dielektrikum.

Die **künstlichen Isolierstoffe** haben im letzten Jahrzehnt in der Fernmeldetechnik eine große Bedeutung gewonnen. Die beiden großen Gruppen, die hier in Frage kommen, sind die „geschichteten und geklebten Isolierstoffe“ und die sog. „gummifreien Isolierstoffe“. Für die Zwischenlagen bei den Aufbauten der Fernsprechtechnik sind in erster Linie Hartpapiere in Verwendung, die zu den geschichteten und geklebten Isolierstoffen gehören. Sie werden durch Tränken von Papierbahnen mit bestimmtem Lack hergestellt und unter Druck und Wärme gepreßt, so daß sie feste Platten bilden. Aus diesen Platten werden dann die Zwischenlagen ausgestanzt. Es kommt also nicht nur auf gute elektrische Eigenschaften an, sondern es ist auch wesentlich, daß der Werkstoff stanzfähig bleibt. Hier liegt die Schwierigkeit für den Hersteller, da stark lackhaltige Hartpapiere zwar geringe dielektrische Verluste haben, aber sehr schwer verarbeitbar sind. Bei der Verwendung der Hartpapiere muß noch eine andere Eigenschaft besonders beachtet werden, nämlich das Verhalten gegen Feuchtigkeit (24). Der Hauptschutz ist die Preßhaut an der Oberfläche der Platte; da beim Stanzen aber die Platten quer zur Lagerung der einzelnen Papierschichten geschnitten werden, entstehen dadurch Schnittkanten ohne Preßhaut, in die u. U. Feuchtigkeit eindringen kann. Ist dies der Fall, so werden die nicht ganz durchtränkten Papierlagen Feuchtigkeit aus der Luft ansaugen und quellen. Die dadurch entstehende Dickenänderung mag klein sein; in der Fernmeldetechnik spielt sie aber dennoch eine große Rolle, da sie mit der Zahl der übereinandergeschichteten Zwischenlagen vervielfacht wird. Man muß nämlich berücksichtigen, daß schon bei einem einzigen Heb-Dreh-Wähler eines SA-Amtes 62 solcher Zwischenlagen von 0,5 mm Dicke übereinanderliegen. Es ist durch das Arbeiten des Werkstoffs schon vorgekommen, daß Apparate ihren Dienst versagten, weil die Abmessungen sich zeitlich veränderten. Aus der großen Zahl der Zwischenlagen in den einzelnen Packungen erklärt sich auch die Forderung nach möglichst geringen dielektrischen Verlusten, da durch die unumgänglich notwendige große Zahl von Parallelschaltungen innerhalb eines Fernsprechamtes auch die Ableitungen sich vervielfachen, wenn sie auch an der einzelnen, betrachteten Stelle gering sein mögen.

Bei den „gummifreien Isolierstoffen“ oder Kunstharzpreßmassen ist der Anwendungsbereich noch größer, da sie sehr oft als reine Baustoffe benutzt werden, d. h. an Stellen, wo es auf ihre elektrischen Eigenschaften nicht ankommt und an denen nur die mechanischen und thermischen Eigenschaften eine Rolle spielen. Oft haben diese Preßstoffe die bisherigen Werkstoffe, vornehmlich Holz und Metall, vollkommen verdrängt, da sie, wenn die notwendige Preßform geschaffen ist, keine besondere Nacharbeit am gepreßten Stück erfordern und dadurch besonders geeignet sind zur Massenherstellung. Als Beispiele solcher Erzeugnisse seien angeführt: Gehäuse für Rundfunkempfänger, Gehäuse für Lautsprecher, der Fernsprech-Tischapparat SA 28 u. ä. Die Zahl der heute zur Verfügung stehenden Preßmassen ist Legion. Es war deshalb besonders verdienstvoll, als durch die Typisierung der Massen eine gewisse Ordnung geschaffen wurde. Allerdings bezogen sich die Unterscheidungsmerkmale zunächst nur auf die oben erwähnten mechanischen und thermischen Eigenschaften, so daß die Typisierung zwar einen Anhalt bot, aber nichts aussagte über die elektrischen Eigenschaften, d. h. für alle die Fälle, in denen der Werkstoff auch als Isolierstoff benutzt wird. Dies war auch zunächst nicht erforderlich, da der Isolationswiderstand dieser Massen meist sehr hoch ist, so daß er ohne besondere Nachprüfung für viele Zwecke genügt. Für die Nachrichtentechnik war es jedoch notwendig, auch die elektrischen Eigenschaften zu erfassen; denn will man den großen fabrikatorischen Vorteil der Preßstoffe ausnutzen und stromführende Teile beim Preßvorgang gleich fest einbetten, dann kommen auch die elektrischen Eigenschaften voll zur Geltung. Will man z. B. Lötösenstreifen aus Preßstoff herstellen, so erhebt sich sofort die Frage nach der Größe der dielektrischen Verluste. Bei der Typisierung der gummifreien Iolierpreßstoffe führte diese Forderung dazu, ein besonderes Kennzeichen (*) einzuführen für solche Preßstoffe, die auch elektrisch hochwertig sind. Die Messung des Verlustwinkels hat bei den Isolierpreßstoffen noch eine besondere Bedeutung, da man aus der Größe des Verlustwinkels auf den Preßvorgang schließen kann. Bekanntlich werden diese Preßmassen als trockenes Pulver in die Preßform gegeben und dann bei ganz bestimmten Temperaturen unter einem ganz bestimmten Druck gepreßt. Irgendwelche Fehler während dieses Arbeitsganges, sei es schlechte Mischung des Pulvers, sei es ungenügende Füllung der Form, sei es zu hohe Preßtemperatur oder zu geringer Druck, lassen sich aus den Messungen der dielektrischen Verluste erkennen.

Es wäre natürlich unzweckmäßig und unwirtschaftlich, von allen Preßstoffen gleiche Eigenschaften zu verlangen; man muß sich deshalb bei der Auswahl immer nach dem Verwendungszweck und -ort richten. Deshalb ist es auch sehr zu begrüßen, daß man jetzt eine Unterscheidung zwischen gewöhnlichen Preßstoffen und elektrisch hochwertigen eingeführt hat. Auch die Feuchtigkeitsaufnahme muß am gepreßten Stück geprüft werden in ähnlicher Weise wie bei den geschichteten und geklebten Isolierstoffen; sie spielt jedoch hier meist eine geringere Rolle, da wir keine offenen Schnittkanten haben, sondern meist allseitig eine geschlossene Preßhaut. Da man Teile aus Isolierpreßstoffen auch im Freien, z. B. als Ersatz für Porzellan in Kabelendverzweigern, benutzen will, wo größere Temperaturschwankungen auftreten, spielt auch die oberflächliche Taubildung bei raschen Temperaturwechseln eine Rolle. Auch an anderen Stellen finden gepreßte Teile jetzt Eingang, wo man früher ausschließlich Porzellan verwandte, nämlich bei der Sockelung von Sicherungen. In früheren Jahren stand dieser Verwendung die Brennbarkeit der Preßstoffe entgegen; seit es aber gelungen ist, Preßmassen herzustellen, die nahezu lichtbogensicher sind, steht dem nichts mehr entgegen.

Die Preßmassen haben dem Porzellan gegenüber den Vorteil, daß sie absolut maßhaltig sind und bei der weiteren Montage sehr wenig Arbeit erfordern, da man einzelne Bauelemente sofort fest einpressen kann. Ein lehrreiches Beispiel für die Verwendung der Isolierpreßstoffe in der Nachrichtentechnik ist der Handapparat SA 28. Bei ihm haben wir Preßteile, die elektrisch gar nicht beansprucht werden: die Hörmuschel, den Sprechtrichter usw.; sie müssen aber mechanisch sehr fest sein, der Handgriff dagegen muß auch elektrisch hochwertig sein, da die Anschlüsse für die Sprech- bzw. Hörkapsel und außerdem die Leitungsdrähte in seinem Innern als blanke Drähte fest eingepreßt sind.

Neben den erwähnten mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften muß bei den künstlichen Isolierstoffen auch ihr chemisches Verhalten geprüft werden. Wird nämlich bei der Herstellung nicht die notwendige Sorgfalt beachtet, so bleiben Säurerückstände, die dann im Verein mit der Luftfeuchtigkeit die eingepreßten oder zwischenliegenden Metallteile angreifen und im Laufe der Zeit zerstören. Auch können gesundheitliche Schädigungen des Personals vorkommen, da diese Säuren mit der Feuchtigkeit der Haut bei längerer Berührung zu Hautausschlägen führen, wie es u. U. bei Hörmuscheln von Fernhörern vorkommen kann. Es ist also auch notwendig, die Stoffe in chemischer Hinsicht zu prüfen, um spätere Weiterungen zu vermeiden.

Von ausschlaggebender Bedeutung sind die chemischen Eigenschaften bei den Tränk- und Vergußmassen. Bei ihnen muß man jedoch unterscheiden zwischen Tränkmassen, die mit spannungführenden Teilen in Berührung kommen, und Vergußmassen, die nur als Füllmassen zum Ausfüllen von Hohlräumen dienen. Von allen diesen Massen muß verlangt werden, daß sie die Metalle nicht angreifen; von den Tränkmassen müssen auch elektrische Bedingungen erfüllt werden, da sie je nach der Verwendung von wesentlichem Einfluß auf eine Übertragung sein können. Früher benutzte man als Tränkmassen Bienenwachs, Ceresin, Paraffin u. ä., und zwar vor allem zur Tränkung der ausgeformten Enden von Kabeln, um den Eintritt von Luftfeuchtigkeit in die Kabel zu verhindern. In neuerer Zeit hat man den Aufbau der Kabel so gewählt, daß ein solcher Abschluß nicht mehr nötig ist.

Um das Aufrollen angeschnittener Umklöppelungen von Drähten zu vermeiden, benutzt man neuerdings kurze Abschnitte von Lackschläuchen, die man über die Enden schiebt. Die Lacke, die zur Herstellung der Lackschläuche verwendet werden, müssen ebenfalls bestimmte Bedingungen erfüllen. Die größte Verwendung findet Lack zur Herstellung der Isolation von Leitungen bei den sogenannten Lackdrähten. Diese werden heute benutzt als Kabeladern, Zimmerleitungen, Schaltdrähte, zu Spulenwicklungen usw. Die Lackdrähte werden bei der Her-

Digitized by Google

stellung erwärmt, um die Lösungsmittel des Lackes schnell zum Verdampfen zu bringen. Das ist sehr wesentlich; denn dieser Arbeitsvorgang ist ausschlaggebend für die Eigenschaften des Erzeugnisses. Man hat nämlich festgestellt, daß die luftgetrockneten Lacke Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und infolgedessen elektrisch schlechter sind als die warm verarbeiteten. Bei Versuchen, die Schnittkanten der Hartpapiere durch Lackierung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen, hat sich durch Verwendung luftgetrockneter Lacke kein Erfolg erzielen lassen.

Als flüssige Isolatoren kommen für die Nachrichtentechnik nur Öle in Frage, die in ähnlicher Weise gebraucht werden wie in der Starkstromtechnik bei großen Schaltanlagen, wie sie bei Funksendern, Stromversorgungsanlagen u. ä. vorhanden sind. Neben dem Gebrauch in Schaltern, Transformatoren u. ä. kommt in der Funktechnik noch die Verwendung als Dielektrikum in Kondensatoren hinzu; außer den bekannten Transformatorölen benutzt man hierzu hauptsächlich Paraffinöl. Auf eine besonders interessante Anwendung sei noch hingewiesen, nämlich auf die Verwendung einer dünnen Ölhaut als Überspannungschutz in der umlaufenden Spannungsicherung. Von der Verwendung flüssiger Isolatoren macht die Nachrichtentechnik sonst nur wenig Gebrauch.

Zum Schluß sei noch zweier Naturerzeugnisse gedacht: Gummi und Guttapercha. Schon oben wurde Guttapercha als Isolator des ersten Telegraphenkabelnetzes erwähnt. Im Laufe der Jahre war das ausschließliche Anwendungsgebiet für Guttapercha die Isolation der Seekabel geworden; aber auch hier ist mit der Ausbreitung des Fernsprechverkehrs das Papier mehr und mehr an seine Stelle gerückt. In neuerer Zeit wird Guttapercha, zu ganz dünnen Bändern ausgewalzt, zur Isolierung von leicht beweglichen Schnüren, z. B. bei Fernsprechapparaten benutzt. In gleicher Weise kann man auch die der Guttapercha ähnlichen Stoffe, z. B. Balata, verwenden; jedoch sei hier nicht näher darauf eingegangen. Ein anderer Werkstoff, der in den Anfängen der Nachrichtentechnik viel benutzt wurde, ist Gummi; seine Verwendung erfolgte hauptsächlich als Hartgummi im Apparatebau. Aus dieser Stellung ist es fast vollständig verdrängt worden durch die Kunstharzpreßmassen. Gummi findet heute in der Nachrichtentechnik in gleicher Weise Verwendung wie in der Starkstromtechnik, nämlich zur Isolation von Schaltdrähten u. ä.

Dieser kurze Überblick über die Anwendung der Isolierstoffe in der elektrischen Nachrichtentechnik konnte selbstverständlich kein erschöpfendes Bild aller Verwendungsmöglichkeiten geben. Er dürfte aber gezeigt haben, welche Bedeutung die Isolierstoffe für die Nachrichtentechnik besitzen und welch großer Verbraucher die Nachrichtentechnik ist.

Schrifttum.

1. Grawinkel u. Strecker, Zur Bestimmung des Widerstandes von Isolatoren. Mitt. Telegr.-Ing.-Büro RPA Bd. 1, S. 25; ETZ 1890, S. 361.
2. Grawinkel, Über Isolationsmessungen an unterirdischen Leitungen, Mitt. Telegr.-Ing.-Büro RPA Bd. 1, S. 26; ETZ 1890, S. 366.
3. Billig, Vorrichtung zur Prüfung des Isolationswiderstandes von Porzellandoppelglocken, Mitt. Telegr.-Ing.-Büro RPA Bd. 2, S. 12; ETZ 1892, S. 338.
4. Strecker u. Karras, Über den Isolationswiderstand gebrauchter Porzellandoppelglocken, Mitt. Telegr.-Ing.-Büro RPA Bd. 2, S. 36; ETZ 1893, S. 503.
5. Zielinski, Einfluß der Temperatur und Elektrisierungsdauer auf das Isolationsvermögen der Guttapercha, Mitt. Telegr.-Ing.-Büro RPA Bd. 2, S. 104; ETZ 1896, S. 25, 36, 64 u. 90.
6. Strecker, Über die Bestimmung des Isolationswiderstandes von Telegraphenkabeln, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 4, S. 26; ETZ 1901, S. 959.
7. Schuler, Vergleichende Untersuchungen an Systemkabeln, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 4, S. 55; ETZ 1905, S. 421.
8. Wagner, Die Fortpflanzung von Strömen in Kabeln mit unvollkommenem Dielektrikum, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 6, S. 34; ETZ 1911, S. 258.
9. Jordan, Messung dielektrischer Verluste an faserigen Isolierstoffen, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 6, S. 90; ETZ 1911, S. 127.
10. Wagner, Zur Messung dielektrischer Verluste mit der Wechselstrombrücke, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 6, S. 156; ETZ 1911, S. 1001.
11. Wagner, Die Messung der dielektrischen Ableitungen und Kapazitäten mehradriger Kabel mit Wechselstrom, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 7, S. 65; ETZ 1912, S. 635.
12. Wagner u. Wertheimer, Über genaue Messungen des dielektrischen Verlustwinkels und der Kapazität mit der Wechselstrombrücke sowie über die Bestimmung der Phasenfehler von Widerständen, Mitt. Telegr.-Versuchsamt RPA Bd. 7, S. 58; ETZ 1913, S. 186.
13. Wagner, Zur Theorie der unvollkommenen Dielektrika, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 94; Ann. Physik Bd. 40, S. 817 (1913).
14. Wagner, Theorie der dielektrischen Nachwirkung, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 137; ETZ 1913, S. 1279.
15. Jordan, Zur Kenntnis des Verhaltens anomaler Dielektrika, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 75; Verh. dtsch. physik. Ges. 1914, S. 451.
16. Wagner, Dielektrische Eigenschaften von verschiedenen Isolierstoffen, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 140; Arch. Elektrotechn. Bd. 3, S. 67 (1914).
17. Wagner, Erklärung der dielektrischen Nachwirkungsvorgänge auf Grund Maxwellscher Vorstellungen, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 180; Arch. Elektrotechn. Bd. 2, S. 371 (1914).
18. Lange, Neuere Ergebnisse der Prüfung von Systemkabeln, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 249; ETZ 1917, S. 441.
19. Meyer, Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 245; Verh. dtsch. physik. Ges. 1917, S. 139.
20. Lübben, Dielektrische Eigenschaften der Kabelpapiere, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 8, S. 314; Arch. Elektrotechn. Bd. 10, S. 283 (1921).
21. Wagner, Der physikalische Vorgang beim elektrischen Durchschlag von festen Isolatoren, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 10, S. 43; S.-B. Akad. Wiss., phys.-math. Kl., Stück XXIX, S. 438 (1922).
22. Meyer, Über Gleichstrommessungen der Kapazität und des Isolationswiderstandes, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 10, S. 59; Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 11, S. 105 (1922).
23. Meyer, Verlustmessungen an Kondensatoren, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 10, S. 65; Z. Fernmeldetechn. 1923, S. 1.
24. Moench, Über Messungen an Isolierstoffen bei bestimmten Luftfeuchtigkeiten, Mitt. telegr.-techn. Reichsamt Bd. 14, S. 285; ETZ 1929, S. 929.

Isoliertechnik im Maschinenbau.

Von **H. Stach**, Berlin.

Wie auf allen Gebieten, wurde auch in der Isoliertechnik im Laufe des letzten Jahrzehnts stark daran gearbeitet, Herstellungsverfahren und Material stetig zu verbessern. Die Richtung der Fortschrittsarbeiten war dabei in der Hauptsache bestimmt durch die immer stärkere Ausnutzung der Maschinen; daneben erforderte der Wunsch nach der Anwendung höherer Spannungen im Großgeneratorenbau eine Reihe von Entwicklungsarbeiten.

Die stärkere Ausnutzung machte es einmal erforderlich, die Verfahren des Aufbringens der Isolation auf die Wicklung in der Richtung zu vervollkommnen, daß eine möglichst gute Wärmeableitung erreicht wurde. Da die Grundstoffe der verwandten Isolierstoffe in bezug auf die Wärmeleitfähigkeit wenig Möglichkeiten bieten, ging das Bestreben in der Hauptsache dahin, durch Ausfüllen der Hohlräume zwischen den Fasern oder Schichten der Isolation die gewünschte Wirkung zu erzielen. Anderseits zwang die höhere Erwärmung zu einer immer stärkeren Verwendung von Glimmer- und Asbesterzeugnissen, für welche die Normen des VDE eine um 20 ° C höhere Temperatur zulassen als für die organischen Isolierstoffe. Es ist heute bei mittleren und Großmaschinen allgemein üblich, die Körperisolation der Wicklung in den Nuten in der Hauptsache aus Glimmer herzustellen. Im Großmaschinenbau und bei allen Maschinen, bei denen es auf äußerste Ausnutzung bzw. auf starke Überlastbarkeit ankommt, wie z. B. bei Bahnmotoren, ist man großenteils ganz zur Ausführung nach Isolationsklasse B der R.E.M. des VDE übergegangen.

Es soll nun im folgenden eine kurze Übersicht über die üblichen Isolierverfahren gegeben werden, wobei in der Hauptsache die Verfahren des Einzel- bzw. Großmaschinenbaues behandelt werden sollen, bei dem die Entwicklung im allgemeinen am weitesten fortgeschritten ist.

Bei Wechselstrom-Ständerwicklungen, die heute fast immer als Zweischichtwicklungen in offenen Nuten oder als Stabwicklung ausgeführt werden, sind die Leiter meist mit Baumwolle, z. T. auch mit Papier isoliert. Bei Spannungen von etwa 4000 V, in Sonderfällen auch bei kleineren Spannungen, werden die Spulen mit Asphaltmasse unter Anwendung von Vakuum und Druck imprägniert (Abb. 1). Bei Wicklungen der Isolationsklasse B sind die Einzelleiter mit Glimmerbatist oder -papier umbandelt oder bei geringeren Lagenspannungen mit Asbest isoliert.

Die Isolation gegen Körper besteht aus einer Umpressung von Mikafolium oder einer Umwicklung mit einem biegsamen Glimmererzeugnis auf Faserstoffgrundlage, die Isolation des Wickelkopfes aus Lackleinen bzw. aus Mikanitbatist je nach der auftretenden Erwärmung.

Digitized by Google

Bei einigen Firmen ist es üblich, die Isolation in der Nut und dem Wickelkopf aus Glimmerbändern herzustellen, wobei es im wesentlichen darauf ankommt, daß die einzelnen Bandlagen luftfrei zusammengeklebt sind, was teils durch Lackieren der Lagen, teils durch nachträgliche Imprägnierung erreicht wird.

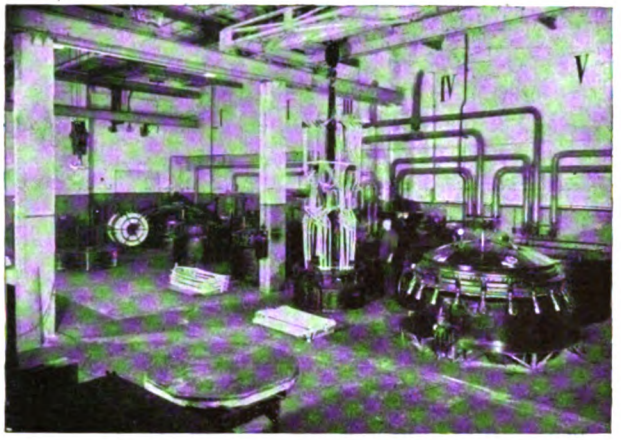


Abb. 1. Vakuum-Asphaltieranlage.

Bei Höchstspannungsmaschinen muß der Herstellung der Nutisolation ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es kann hier auf die sich dabei als notwendig erweisenden Maßnahmen nicht näher eingegangen werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß man durch geeignete Zusammensetzung des Mikafoliums sowie durch entsprechende Behandlung der Hülsen beim Aufbügeln Isolationen erzielen kann, die bis zu Feldstärken von rd. 4 kV je mm Wandstärke vollständig glimmfrei sind und einen tg δ (des Verlustwinkels) unter 0,01 haben. Wesentlich für das Verfahren war die Entwicklung von Sonder-

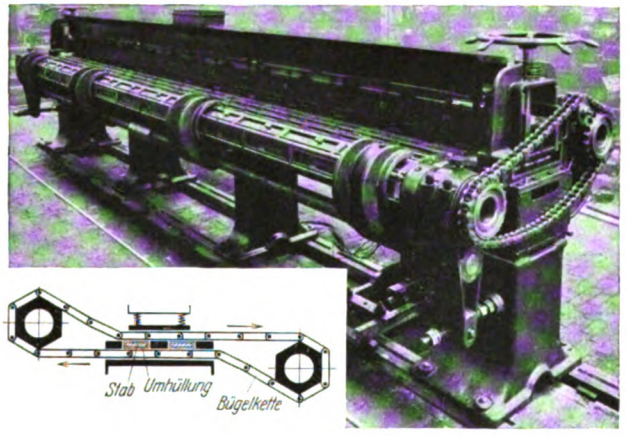


Abb. 2. Kettenbügelmaschine für Stabwicklungen.

bügelmaschinen (Abb. 2), die es gestatten, auch die längsten Umpressungen einwandfrei herzustellen. Außerdem sei noch darauf hingewiesen, daß es bei Maschinen über rd. 10 kV erforderlich ist, das Glimmen zwischen Hülse und Nutwand und am Nutende durch Anordnung eines halbleitenden Belages auf der Hülse zu unterdrücken. Eine Spule für einen Wasserkraftgenerator für 11 kV zeigt Abb. 3.

Die Rotorwicklungen von Schenkelpolgeneratoren werden fast stets aus hochkant gebogenem Bandkupfer hergestellt. Die Isolation zwischen den Windungen besteht meist aus Glimmer oder Asbest, der mittels Schellack oder Bakelit mit dem Kupfer verklebt wird. Zu diesem Zweck werden die Spulen zusammengepreßt, durch Strom erwärmt und zusammengebacken (Abb. 4). In ähnlicher Weise wird bei der Herstellung von Turborotorwicklungen verfahren. Hier muß das Pressen nach Einträufeln der Windungen in die Rotornuten erfolgen (Abb. 5) oder die Stirnseiten der Spulen müssen aufgeschnitten und nach dem Einlegen hart verlötet werden (Abb. 6).

Bei Turborotoren mit Parallelnuten, wie sie meist bei den mit Turbinen der Bauart Ljungström zusammengebauten Generatoren verwendet werden, wird in neuerer Zeit als Windungsisolation elektrisch oxydiertes Aluminium verwendet. Es ist in den letzten Jahren gelungen, die Oxydschicht so zu verbessern, daß Durchschlagfestigkeiten von einigen hundert Volt erreicht werden. Doch erfordert die Verarbeitung des Bandes große Vorsicht und Erfahrung.

Auch bei den großen Gleichstrommaschinen ist es üblich geworden, wenigstens den in der Nut liegenden Teil ganz mit Glimmer- oder Asbesterzeugnissen zu isolieren, vielfach jedoch die ganze Wicklung. Dies ist insbesondere bei Bahnmotoren der Fall. Soweit es sich um Leiterquerschnitte bis zu einer Breite von etwa 7 mm handelt, wird als Isolation meist Asbest verwandt. Man hat erst in den letzten Jahren erreicht, aus Asbest eine in jeder Beziehung zuverlässige Leiterisolation herzustellen. Es gibt an sich nur sehr wenig Fundstätten (in Arizona) für Asbest, der für die Isolation von Drähten geeignet ist, da der sonst am besten für Spinnzwecke geeignete kanadische Asbest meist leitende Einschlüsse aufweist. Zum Isolieren der Drähte sind 3 Verfahren in Anwendung, das Bespinnen mit Astbestfäden, das Bespinnen mit mehrfachem Vorgarn aus Asbest mit einem Tragfaden aus Baumwolle und das Umhüllen des Drahtes mit Astbestfasern, die auf verschiedene Art an den Leiter herangebracht werden. Bei den beiden letzteren Verfahren wird die Isolation auf dem Leiter mittels besonderer Lacke festgeklebt und nachträglich geglättet, so daß eine lückenlose Umhüllung des Leiters entsteht.

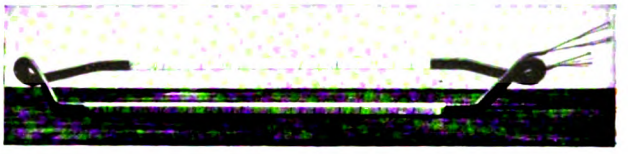


Abb. 3. Spule für einen Wasserkraftgenerator für 11 kV mit Glimmschutz.

Die Isolation in den Nuten besteht bei diesen Spulen aus Mikafolium oder schmiegsamen Glimmerstoffen, im Wickelkopf aus Glimmerbändern. Als Schutz wird Baumwoll- oder auch Asbestband angewandt. Bei Stabwicklungen wird meist der Einzelstab mit Glimmerband bewickelt oder auch in der Nut durch Glimmerformstreifen getrennt; die Stäbe einer Nut werden dann gemeinsam mit Mikafolium umpreßt. Polwicklungen großer Gleichstrommaschinen werden aus baumwollisolierten Drähten hergestellt und unter Vakuum und Druck asphaltiert. Dagegen werden bei Bahnmotoren meist Asbestdrähte verwendet.

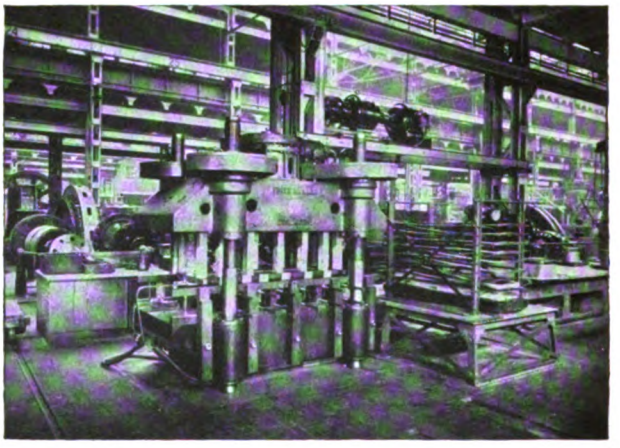


Abb. 4. Warmpressen von Blankpolwicklungen.

Ein Sondergebiet der Isoliertechnik bildet die Isolation der Kommutatoren. Während sich im grundsätzlichen Aufbau der Isolation nur insoweit etwas gegen früher geändert hat, als es heute ganz allgemein üblich ist, die Kommutatoren ganz mit Mikanit zu isolieren, während früher wenigstens die Körperisolation oft aus Preßspan bestand, sind in der Herstellung der Kom-

Digitized by Google

mutatorkappen und der Vorbehandlung der Kommutatoren beträchtliche Fortschritte gemacht worden, die sich besonders in den Laufleistungen der Lokomotivkommutatoren zeigen, bei denen durchschnittlich rd. 200 000 bis 300 000 km ohne Abdrehen erreicht wurden.

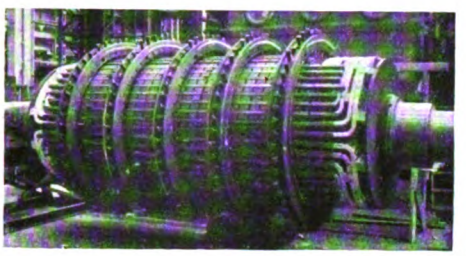


Abb. 5. Pressen einer eingeträufelten Turborotorwicklung.

Zum Schluß sei noch ein Gebiet etwas ausführlicher behandelt, das der Isolierlacke. Diese haben, soweit sie nicht zur Herstellung von Isolierstoffen verwendet werden, in der Hauptsache die Aufgabe, die Wicklungen gegen äußere Einflüsse zu schützen. Es hat in den letzten Jahren nicht an Versuchen gefehlt, die bisher gebräuchlichen Isolierlacke, die in der Hauptsache aus einem trocknenden Öl — meist Leinöl oder auch Holzöl — unter Zusatz von Harzen und Asphalten bestehen, zu ersetzen. Doch ist dies bis jetzt nur in kleinem Maße gelungen; heute noch wird der Asphalt-Harz-Öl-Lack am meisten verwendet, u. zw. als ofentrocknender Lack, da dieser weitaus elastischer und wärmebeständiger ist. Daneben wird, wenn ein heller Lack gewünscht wird, vielfach ein grauer Harz-Öllack mit Pigmentzusatz verwendet, der den Vorteil hat, glatte, emailleartige Schichten zu geben. Für die Fälle, in denen ein Ofenlack infolge Fehlens einer Trockenmöglichkeit nicht anwendbar ist, ist es in den letzten Jahren gelungen, auch schwarze, wirklich ölfeste Harz-Öllacke herzustellen.

Die Prüfung der Lacke erstreckt sich auf folgende Punkte: Spezifisches Gewicht, mechanische Verunreinigungen, Viskosität, Flammpunkt, Trockenzeit, Oberfläche und Farbe, Elastizität, Härte, Ölfestigkeit, Alterungszeit, Durchschlagfestigkeit, Oberflächenwiderstand, Widerstandsfähigkeit gegen Wasser, Wasserdampf, Säuren und Laugen, Haftfähigkeit. Auf die einzelnen Prüfungen hier einzugehen, würde zu weit führen, auch bestehen einheitliche Prüfverfahren noch nicht, was vom Standpunkt des Verwenders sehr zu bedauern ist. Das gleiche ist übrigens auch bei den Lacktuchen der Fall.

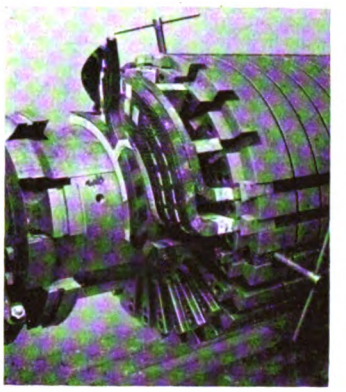


Abb. 6. Gelötete Turborotorwicklung.

Noch ein Wort über die Verwendung. Bei der Verwendung von Isolierlacken zum Tränken von Spulen, in deren Inneres der Lack eindringen soll, werden oft Vakuum und Druck ähnlich wie bei der Asphaltimprägnierung verwendet. Doch kann damit eine der Asphaltimprägnierung gleichwertige Füllung der Hohlräume infolge Verdunstens des Lösungsmittels nicht erreicht werden.

Die äußere Lackierung soll wenn möglich durch mehrmaliges Tauchen und jeweils nachfolgendes Trocknen bei etwa 100 ° C vorgenommen werden. Wo dies nicht möglich ist, muß der Lack durch Spritzen aufgetragen werden.

Das Porzellan im Bau von Freileitungen und Schaltanlagen.

Von Dr.-Ing. **W. Weicker**, Hermsdorf i. Thür.

Die fast ausschließliche Verwendung des Porzellans (Abb. 1) zur Isolation von Freileitungen und Freiluft-Schaltanlagen ist so allgemein bekannt, daß hierauf an dieser Stelle nicht besonders hingewiesen zu werden braucht. Es mögen daher nachstehend nur einige besonders bemerkenswerte Marksteine in der neueren Entwicklung erwähnt und an Hand einiger beachtlicher Beispiele die außerordentlichen Fortschritte der letzten Zeit veranschaulicht werden. Von grundsätzlicher Bedeutung für die Verwendung von Porzellan im Freileitungsbau sind die neueren Feststellungen von Esau und Heumann[1] über die „Ermüdung" des Porzellans bei wechselnder Dauerbeanspruchung, die gezeigt haben, daß im Gegensatz zu Metallen bei Porzellan eine Ermüdung (Festigkeitsverminderung) erst bei mechanischen Beanspruchungen kurz (10 ··· 20 %) unterhalb der statischen Bruchgrenze eintritt.

Sowohl für Niederspannungs- als auch für Hochspannungsanlagen haben sich die in langjähriger Entwicklungsarbeit entstandenen Isolatorformen so bewährt, daß wenigstens die äußere Gestalt und die Abmessungen dieser Isolatoren bereits vor einigen Jahren genormt werden konnten. Weiterer Entwicklung vorbehalten bleibt nur die innere konstruktive Durchbildung. Dies betrifft ebenso mehrteilige Stützen- wie Kettenisolatoren mit ihren verschiedenen Ausführungen kittloser Verbindung der einzelnen Teile, wenngleich auch hier bestimmte Ausführungsarten sich durchzusetzen scheinen.

Unter den neueren einteiligen Hochspannungs-Stützenisolatoren sind für die Störungsfreiheit der Freileitungen bei Gewittern die verstärkten Isolatoren (Stützenisolatoren Reihe VHD und VHW nach DIN VDE 8004 und 8005) besonders wichtig geworden, bei denen das Stützenloch nicht so weit in den Kopf des Isolators reicht, daß der Leitungszug von der Stütze aufgenommen wird, und die infolgedessen wegen ihrer großen Kopfwandstärke eine außerordentlich große Durchschlagsicherheit auch gegenüber stoßartigen Beanspruchungen besitzen. Noch vollkommener wird die Forderung, eher über- als durchzuschlagen, bei den Massivstützenisolatoren erfüllt, bei denen die Stütze schon in einer den Isolator von unten umfassenden Fußarmatur (Metallkappe) endet. Allerdings macht

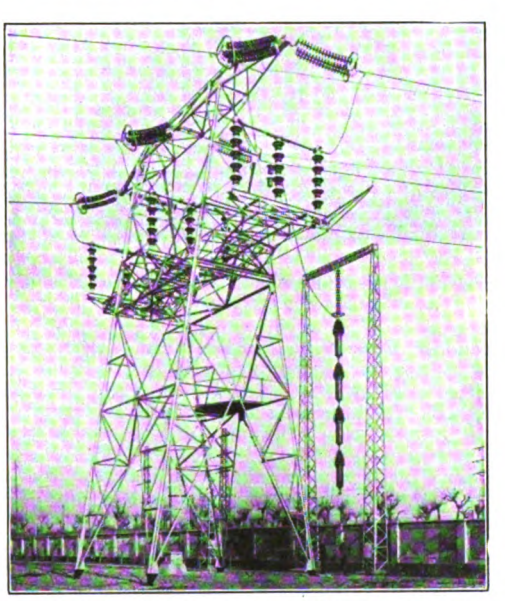


Abb. 1. Hochspannungsisolatoren und Porzellankondensatoren in einer 220 kV-Anlage.

die hierdurch bedingte geringere mechanische Festigkeit dieser Isolatoren ihre Verwendung an mechanisch stärker beanspruchten Leitungsstellen (Winkelpunkten und Abspannmasten) unmöglich. Noch bemerkenswerter ist die

[1] Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 150 (1932).
[2] Vgl. z. B. W. Weicker, Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik Bd. 3, 1932.

Digitized by Google

bereits auf S. 544 erwähnte Möglichkeit fehlerfreier Herstellung selbst sehr dickwandiger Stücke bei den Vollkernisolatoren, über deren gute Bewährung im Betriebe jetzt kaum noch irgendwelche Zweifel bestehen. Erinnert sei dabei u. a. auch an die vorzugsweise in Fahrleitungen elektrischer Bahnen eingebauten Schirmstabisolatoren.

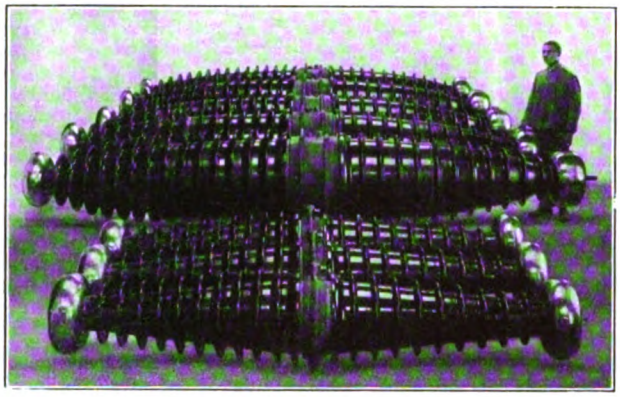


Abb. 2. Ölgefüllte Durchführungen für 150 bzw. 220 kV Betriebspannung.

Bei Kappenisolatoren erstrecken sich die Verbesserungen, abgesehen von der mehr wirtschaftlich bedeutungsvoll gewordenen Aufnahme von Klein-Kettenisolatoren, vor allem auf den Bau von Groß-Kettenisolatoren, die hauptsächlich im Hinblick auf die Bedürfnisse der großen Hohlseilleitungen für 220 kV Betriebspannung entstanden. Dagegen sind Hewlett-Isolatoren wohl hauptsächlich wegen ihrer geringeren Gewittersicherheit, wenigstens in Deutschland, im neueren Leitungsbau fast ganz verschwunden.

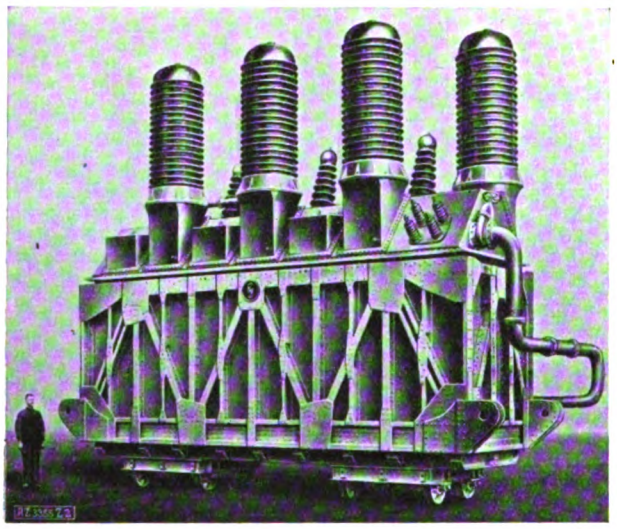


Abb. 3. 220/110 kV-Freiluftumspanner; Durchführungen mit einteiligen 2,5 m hohen Porzellanüberwürfen.

Besondere Beachtung verdient aus letzter Zeit noch die Entwicklung verschmutzungsicherer Stützen- und besonders Kettenisolatoren, die der starken Herabminderung des Oberflächenwiderstandes der Isolatoren in der Nähe von industriellen Anlagen sowie an der Meeresküste (Salzablagerungen) und der dadurch bedingten Herabsetzung der Überschlagspannung bei feuchtem Wetter, insbesondere Nebel, Rechnung tragen sollen, eine Aufgabe, die je nach den örtlichen und klimatischen Verhältnissen auf verschiedenste Weise gelöst worden ist[3].

Für Schaltanlagen und Umspannwerke kommt die Verwendung von Porzellanisolatoren zunächst überall dort in Frage, wo es sich um Freiluftanlagen oder Durchführungen ins Freie handelt. So sind „kittlose" 2- oder 4teilige Durchführungen mit Ölfüllung schon mehrfach für 150 oder 220 kV Betriebspannung[4] geliefert worden, bei denen die mit planparallel geschliffener Stirnfläche versehenen Einzelteile unter Zwischenschaltung von Dichtungscheiben und einer auf dem Durchführungsbolzen sitzenden kräftigen Feder gegen den Fassungsflansch gepreßt werden (Abb. 2). Durch ihre Größe zeichnen sich weiter beispielsweise die für die Durchführungen von 220 kV-Umspannern benutzten einteiligen Porzellanüberwürfe[5] aus, die eine Höhe von 2,5 m, einen Durchmesser von 1 m und ein Gewicht von etwa 950 kg haben (Abb. 3). Das Endteil einer anderen mehrteilig zusammengesetzten großen Durchführung zeigt Abb. 4. Neben ölgefüllten Durchführungen haben besonders Mehrrohr-Durchführungen verschiedener Bauart[6] wegen der Vermeidung jeglicher brennbarer Isolierstoffe, wegen ihrer vorzüglichen elektrischen Eigenschaften und ihrer schlanken Form (geringer Durchmesser an der Fassungstelle) weiteste Verbreitung gefunden (Abb. 5).

Abb. 4. Herstellung des Endstückes einer großen Wanddurchführung.

Stützenisolatoren in Freiluftausführung zum Tragen von Leitungsteilen, zum Aufbau von Trennschaltern usw. sind ebenfalls teils einteilig, teils mehrteilig zusammengebaut in verschiedenster konstruktiver Ausführung bis zu den höchsten Spannungen durchgebildet worden. Dabei sei eine bisher nur für mehrteilige Stützenisolatoren angewandte Vereinigungsart mittels bakelisierten Hanfs besonders erwähnt, welche den kittlosen Zusammenbau selbst größter Freileitungstützer aus wenigen Einzelteilen für höchste Umbruchkraft ermöglichte. Ferner sei auf die oft schwierigen Porzellanteile zu Meßgeräten, wie Kaskadenspannungswandler, Kaskadenstromwandler, Stützerstromwandler usw. hingewiesen.

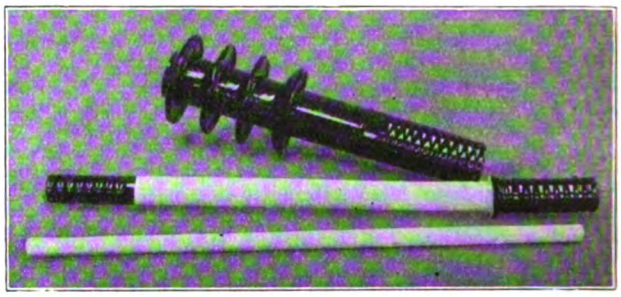


Abb. 5. Einzelteile einer 60 kV-Mehrrohr-Durchführung.

Auch für Schaltanlagen in geschlossenen Räumen wird Porzellan neben anderen Isolierstoffen so vielfach verwendet, daß sich ein näheres Eingehen hierauf erübrigt. Als vom porzellantechnischen Standpunkt aus besonders bemerkenswert seien hierunter nur verschiedene Ausführungen von Querlochwandlern, Trockenspannungswandlern und Ringstromwandlern hervorgehoben, die neuerdings auch fürs Freie mit größeren Regenschutzmänteln geliefert werden. Die Herstellung dieser oft äußerst komplizierten Stücke, insbesondere soweit sie nicht mehr Rotationskörper sind, also nicht mehr nach dem Drehverfahren hergestellt werden können, beweist treffend den hohen Stand der heutigen keramischen Industrie, zumal mit Rücksicht auf die hohe Meßgenauigkeit der Wandler und die notwendige enge magnetische Kopplung der Wicklungen die isolierenden Wandstärken derselben äußerst genau eingehalten werden müssen. — Der Vollständigkeit halber sei noch die Verwendung von Porzellan für Schutzkörper in Röntgenanlagen und für elektromedizinische Zwecke angedeutet.

Mehr zur Fernmeldetechnik als zum Leitungsbau gehörend, mögen endlich noch die für Zwecke der leitungs-

[3] Vgl. z. B. ETZ 1931, S. 273; 1932, S. 1131 u. 1253.
[4] Vgl. ETZ 1930, S. 316.
[5] Vgl. ETZ 1930, S. 597.
[6] Vgl. ETZ 1931, S. 769.
[7] Vgl. ETZ 1929, S. 22.

Digitized by Google

gerichteten Hochfrequenztelephonie durchgebildeten Porzellan-Kopplungskondensatoren[8] erwähnt werden, die mit ihren im Vergleich zu Kettenisolatoren bis zu 50mal größeren, auf Durchschlag beanspruchten Flächen, den scharfen in elektrischer und mechanischer Hinsicht gestellten Prüfbedingungen und in mancher anderen Beziehung ungewöhnliche keramische Anforderungen stellen.

[8] ETZ 1931, S. 87.

Wegen der sonstigen in neuen Anlagen für drahtlose Telegraphie und Rundfunk-Großsendern[9] benötigten keramischen Isolierkörper, wie Zugisolatoren möglichst geringer Kapazität, aber höchster Zugfestigkeit, Druckkörper für größte Lasten, Flüssigkeitswiderstände, Hochfrequenz-Durchführungen usw. sei auf den die Fernmeldetechnik behandelnden Aufsatz (S. 561) verwiesen.

[9] Vgl. Z. VDI Bd. 77, S. 257 (1933).

Die Isolierstoffe in der Installationstechnik.

Von **Alfred Hermanni**, Berlin.

Installationsgeräte sind zur Bedienung der elektrischen Beleuchtung oder elektrischer Gebrauchsgeräte aller Art bestimmt, die dem Laien in die Hand gegeben werden und deshalb ohne Wartung möglichst vollkommene Sicherheit bieten müssen. Diese Forderung wird erfüllt, wenn Konstruktion und Werkstoff, insbesondere der Isolierstoff, den Anforderungen genügen. In erster Linie werden in der Installationstechnik keramische und gummifreie, preßbare Isolierstoffe verwendet, deren maßgebende Werkstoffeigenschaften durch folgende Größen festgelegt werden: Biege-, Schlagbiege-, Wärme-, Glutfestigkeit und Oberflächenwiderstand.

Abb. 1. Hochleistungssicherung.

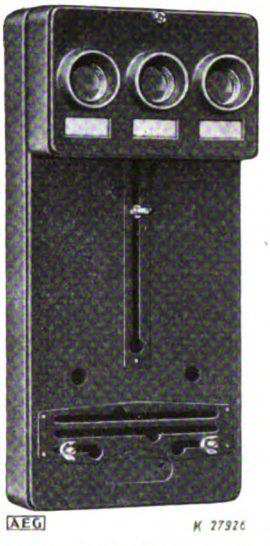


Abb. 2. Zählertafel aus Isolierpreßstoff.

Dem zunächst fast ausschließlich verwendeten keramischen Isolierstoff sind in steigendem Maße gummifreie Isolierpreßstoffe zur Seite getreten. Beide Arten von Stoffen können vorteilhaft in der Installationstechnik Verwendung finden, wenn auf ihre besonderen Stoffeigenschaften entsprechend Rücksicht genommen wird. Bei Verwendung von keramischen Isolierstoffen sind insbesondere zu beachten die relativ geringe Schlagbiegefestigkeit oder die Sprödigkeit des Werkstoffes, die geringere Maßhaltigkeit infolge hoher Schwindung beim Brennen, deren Größe schwanken kann, und hohes spezifisches Gewicht, das z. B. für die Ausfuhr bei Gewichtszöllen maßgebend ist. Die Vorteile den gummifreien Isolierpreßstoffen gegenüber liegen in ihrer hohen Glut- bzw. Feuerfestigkeit und der Kriechstreckenfestigkeit (Oberflächenfestigkeit). Man hat auch die nachteiligen Eigenschaften des ursprünglich allein vorhandenen Porzellans bei anderen keramischen Stoffen, wie Steatit, Lozalit, Ardorit, Stecolit und Magnesolit, verbessert und höhere Schlagbiegefestigkeit und bessere Maßhaltigkeit erreicht. Immerhin bleiben z. B. ihre Schlagbiegefestigkeits-Werte hinter denen der für gleiche Zwecke verwendeten gummifreien Isolierpreßstoffe erheblich zurück. Durch hohe Feuerfestigkeit (gegen Lichtbogeneinwirkung) scheint sich der keramische Werkstoff „Sipa" auszuzeichnen.

In neuerer Zeit wurden die gummifreien Isolierpreßstoffe systematisch entwickelt. Ihre Zusammensetzung und Typisierung sind hier schon behandelt worden[1]. Demnach stehen dem Konstrukteur 14 Typen mit den verschiedensten mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften zur Verfügung, angefangen vom zähen, wenig glutfesten bis zum festen, ausreichend zähen, thermisch und elektrisch festen Werkstoff.

[1] S. 553 bzw. 555.

Bei einer unter der Einwirkung von Wärme erfolgenden Verpressung wird der Isolierpreßstoff zunächst so weit plastisch, daß er im Preßwerkzeug die beabsichtigte Form annimmt und bei weiterer Wärmeeinwirkung in dieser Form erhärtet. Wärme- und Feuerfestigkeit des Endproduktes sind wesentlich beeinflußt von der Wandstärke des fertigen Stückes, der Preß- oder Brenntemperatur und der Preßdauer oder Brennzeit. Der Preßdruck beeinflußt auch die Oberfläche derart, daß der Oberflächenwiderstand mit dem Preßdruck steigt. Daher verbürgt nur gleichmäßige, gewissenhafte Behandlung beim Preßvorgang eine ausreichende Güte des Erzeugnisses. Das Endprodukt erfordert je nach Materialdicke, Gestalt und Größe verschiedene Brennzeiten, die an jedem Preßteil erprobt werden, um das Optimum der Stoffeigenschaften zu erhalten. Eine ausreichende Marktkontrolle für Installationsmaterial, das das VDE-Zeichen trägt, ist daher für Geräte aus Isolierpreßstoff mindestens ebenso wichtig wie für solche aus keramischem Werkstoff, um unzuverlässiges Material auszuscheiden.

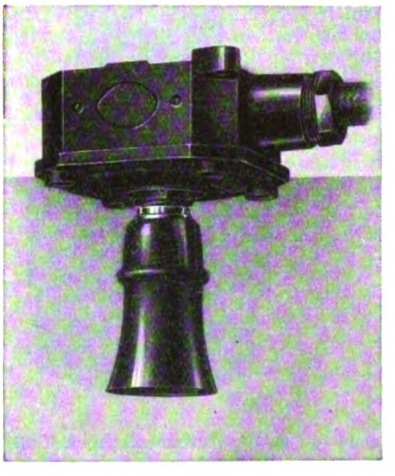


Abb. 3. Feuchtraum-Abzweigdose mit Isolierfassung.

Kunstharzpreßstoffe auf Phenolbasis sind von Natur hellbraun, hellgelb oder hellgrau; daher lassen sich alle Deckfarben durch Beimischung von Farbstoffen herstellen. Diese Farbstoffe sind nicht ganz ohne Einfluß auf die Festigkeitswerte, doch sind die Unterschiede unerheblich. Preßstoffe auf Harnstoffbasis wirken besonders schön in weißer und lichter Farbe. Die Festigkeitswerte sind höher, die Wärmefestigkeitswerte geringer als bei Phenolpreßteilen.

Die Auswahl des Werkstoffes muß sorgsam dem Aufbau des Gerätes angepaßt werden, wobei die zahlreichen Stoffeigenschaften und besonderen Betriebsbedingungen berücksichtigt werden müssen. Je nach dem ausgewählten Isolierstoff werden die zweckmäßigsten Lösungen verschieden sein können.

Ist ein Isolierteil nicht Träger strom- oder spannungführender Teile, so ist vor allem die mechanische Festigkeit maßgebend. Zur Gewähr höherer Bruch-, Biege- und Schlagfestigkeit wird man gern zu einem Isolierpreßstoff greifen. Z. B. wird Type S für mechanisch hochbeanspruchte Teile, wie Schalterhebel in Motorfernschaltern, Grundplatten in Motorschutzschaltern und Körper von Hochleistungsicherungen (Abb. 1) verwendet. Zählertafeln mit normaler Festigkeitsbeanspruchung werden mit gutem Erfolg aus Isolierstoff Type 7, solche für hohe mechanische Beanspruchungen aus Type S (Abb. 2) vorgesehen. Stoßartig hoch beanspruchte Teile werden mit Vorteil aus Leinenschnitzel-Kunstharz-Preßmasse (Type T) hoher Schlagbiegefestig-

Digitized by Google

keit gepreßt, z. B. stoßfeste Gehäuse von gekapseltem Material. Dieser Werkstoff besitzt gleichzeitig die für diesen Verwendungszweck erforderliche Wärmefestigkeit. Die Feuchtraum-Abzweigdose (Abb. 3) ist ein Beispiel dafür, daß es unter Umständen vollkommen ausreicht, nur den mechanisch besonders gefährdeten Teil (z. B. hier den Deckel) aus besonders schlagbiegefestem Werkstoff herzustellen.

Abb. 4. Gerätesteckdose mit Schutzkontakt.

Auch ist die Verwendung mehrerer Isolierpreßstoffe verschiedener Eigenschaften an einem einzigen Geräteteil durch Einpressen von Einsatzstücken möglich und bisweilen zweckmäßig, wenn z. B. nur als Klemmenträger ein elektrisch besonders hochwertiger Werkstoff erforderlich ist, während das eigentliche, in seinen Gesamtabmessungen gegebenenfalls sehr große Gerät aus billigerem, aber für den Verwendungszweck völlig ausreichendem Werkstoff bestehen kann. Bei bewegten Teilen, z. B. Schaltstücken bei Dreh- und Kippschaltern, ermöglicht die Verwendung der spezifisch leichten Isolierpreßstoffe eine Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit bei verhältnismäßig geringer Federkraft.

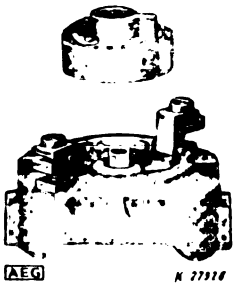


Abb. 5. Drehschaltersockel und Schaltrad aus Steatit.

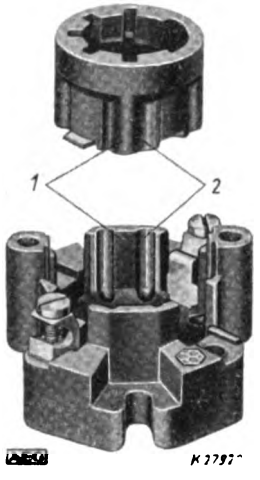


Abb. 6. Drehschaltersockel und Schaltrad aus Isolierpreßstoff.

Trägt der Isolierteil strom- oder spannungführende Teile, so hat man mit besonderen Wärmebeanspruchungen, z. B. durch oxydierte Kontaktstellen oder Wackelkontakte im Dauerbetrieb zu rechnen. Jedoch läßt sich durch entsprechende Ausbildung der Metallteile erreichen, daß die Wärme dem Isolierstoff über eine möglichst große Fläche zugeführt wird, so daß der Höchstwert der Temperatur sinkt. In besonderen Fällen, z. B. bei Gerätesteckdosen, wird die Wärmebeanspruchung durch den Einfluß des Wärmegerätes noch gesteigert. Gleichzeitig liegt hier auch hohe Festigkeitsbeanspruchung vor. Isolierstoffe Type Y (u. a. Mycalex) oder Steatit mit Metallschutzkappe sind z. B. hierfür geeignete, hoch wärmefeste Baustoffe. Auch bei Gerätesteckdosen kann jedoch durch entsprechende konstruktive Durchbildung eine Senkung der Wärmebeanspruchung erreicht werden, so daß ein Werkstoff mit guter aber nicht außergewöhnlicher Wärmefestigkeit gewählt werden kann. Abb. 4 zeigt eine solche Gerätesteckdose aus Material Type 1, bei der die stromführenden Metallteile und die Isolierteile so ausgebildet sind, daß eine gute Wärmeabfuhr gewährleistet ist.

Für Bauteile von Installationsmaterial, die betriebsmäßig glut- oder schaltfeuerbeansprucht werden, z. B. Schaltersockel oder Schalträder, wählte man zu Anfang der Entwicklung als Stoff hoher Glutfestigkeit und hohen Oberflächenwiderstandes fast ausschließlich Porzellan und bevorzugte später wegen der genaueren Maßhaltigkeit das Steatit. Isolierpreßstoffe können vorteilhaft für solche Bauteile nur dann verwendet werden, wenn bei der Konstruktion die besonderen Eigenschaften des Baustoffes beachtet sind. Unmöglich ist fast immer die Übernahme der Konstruktionsform eines Steatitteiles für die Ausführung in Isolierpreßstoff.

Die unterschiedlichen Merkmale einer Steatit- und einer Isolierpreßstoff-Ausführung sind aus den Abb. 5 und 6 ersichtlich. In Abb. 5 wird ein Drehschaltersockel mit Schaltrad aus Steatit gezeigt. Die Wandstärken sind verhältnismäßig groß, besonders bei dem beweglichen Schaltrad. Schaltrad und Sockelboden liegen mit den schaltfeuerbeanspruchten ebenen Flächen gegeneinander. Diese Ausführung ist bei dem schaltfeuertesten keramischen Stoff, dessen Oberflächenwiderstand erst nach längerer Lichtbogeneinwirkung durch Metallisierung nachläßt, durchaus möglich. Demgegenüber sind bei der Ausführung in Isolierpreßstoff (Abb. 6) die Wandstärken möglichst gleich und verhältnismäßig gering gehalten. Infolge Preßstoffausführung gewinnt man im Schaltrad reichlich Raum zur Unterbringung eines zuverlässigen Schaltwerkes. Durch die Hintereinanderschaltung von Rippen *1* und Nuten *2* im Sockel und am Schaltrad werden große Kriechstrecken erzielt. Dabei fördern die Rippen den Lichtbogenabriß, während die der Kriechstreckenverlängerung dienenden Nuten der Einwirkung des Lichtbogens praktisch entzogen sind. Zweckmäßigerweise wird man bei solchen Konstruktionen den Sockel aus einem Preßstoff hoher Glutfestigkeit, das Schaltrad aus einem Preßstoff hoher Schlagbiegefestigkeit bei ausreichender Glutfestigkeit herstellen.

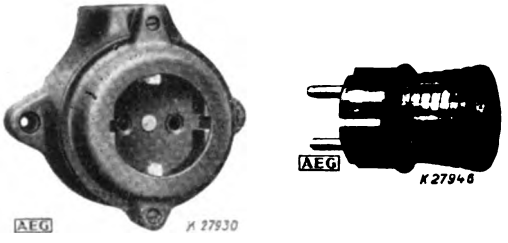


Abb. 7. Zweipolige Schutzkontakt-Steckvorrichtung.

Ähnliche Rücksichten auf thermische Eigenschaften führen z. B. bei der Isolierfassung (Abb. 3) auf Stoff der Type 1 für den Fassungsteil, in den das Lampentraggewinde eingepreßt ist, und zur Verwendung von Type S für den Fassungsboden. Der früher erwähnte Vorteil der Maßhaltigkeit macht eine Nachbearbeitung des Isolierpreßstoff-Gewindes unnötig.

Die Verwendung von Isolierpreßstoff gewährleistet dauernde Berührungsicherheit von elektrischen Installationsanlagen, da dieser Werkstoff die hierfür besonders wichtige Eigenschaft hoher Festigkeit besitzt. Auch die Installationsgeräte zur Ausführung besonderer Schutzmaßnahmen werden daher vorteilhaft in Isolierpreßstoff ausgeführt (Abb. 7 und 8).

Abb. 8. Trennschutzschalter.

Auch die Anwendungsmöglichkeiten elektrischer Geräte lassen sich durch richtige Ausnutzung der Eigenschaften der Isolierstoffe steigern, wie das Beispiel des Paketschalters zeigt (Abb. 9). Maßhaltigkeit und Glutfestigkeit des verwendeten Isolierstoffes Type 1 ermöglichen eine sehr gedrängte Bauart, wobei die Dichtungsflächen der einzelnen Schaltkammern sich so vollkommen ausführen lassen, daß der Schalter den Prüfbestimmungen für schlagwettergefährdete Betriebe genügt.

Für andere Zwecke sind keramische Isolierstoffe geeignet. Dies gilt z. B. für Sicherungstellen in Installationsstromkreisen, wo neben der betriebsmäßig auftretenden hohen Erwärmung beim Abschmelzen des Schmelzeinsatzes noch in Auswirkung hoher Abschaltleistungen stärkere Wärme- oder Feuerbeanspruchungen auftreten. Diese werden vielfach durch konstruktive Mittel unschädlich gemacht oder, wie z. B. bei IS-Schaltern in Sockelform, dadurch beherrscht, daß der eigentliche Schaltraum keramisch umgrenzt ist, so daß Sockel und Kappe aus Isolierpreßstoff bestehen können. Man wird aber häufig die Abschlußwände für den Schaltraum gleichzeitig als Außenwand des Installationsgerätes benutzen und alsdann das ganze Gerät aus keramischem Isolierstoff herstellen, z. B. bei Sicherungen und IS-Schaltern in Stöpsel- und Elementform.

Die Gesichtspunkte, die bei der Konstruktion in Isolierpreßstoff mit Rücksicht auf die Herstellbarkeit zu berücksichtigen sind, können hier nur kurz gestreift werden. Es sei erwähnt, daß es der Schwindungsvorgang beim Erkalten ratsam macht, möglichst gleichmäßige Wandstärken einzuhalten, um das Springen des Isolierteils zu ver-

Digitized by Google

hüten. Diese sind auch erforderlich, um das Fertigteil an allen Stellen gleichmäßig gehärtet zu erhalten, was auf die Wärmesicherheit von Einfluß ist. Nachträgliche Bearbeitung sollte möglichst vermieden werden, um die für die Oberflächensicherheit (Widerstand und Feuchtigkeitssicherheit) wertvolle Preßhaut zu erhalten. Scharfe Ecken erzeugen häufig schädliche Kerbwirkungen und sind daher nach Möglichkeit (durch Verrundungen) zu vermeiden.

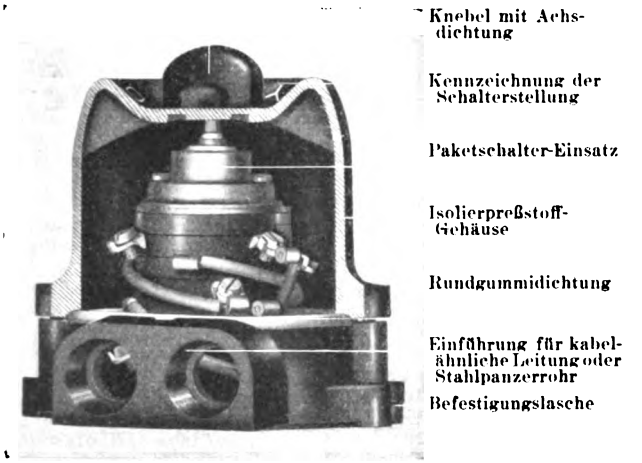


Abb. 9. Gekapselter Paketschalter.

Bei dem gezeigten starken Einfluß der Konstruktion können Werkstoffprüfungen allein keinen Maßstab für die Sicherheit des fertigen Installationsgerätes abgeben. Es sind daher Prüfungen nötig, die die Eignung für den praktischen Gebrauch feststellen. Solche Prüfverfahren werden z. Z. an verschiedenen Stellen in Deutschland und im Ausland entwickelt. Es sei hingewiesen auf die Versuche der Durchführung einer Schaltfeuerprüfung vermittels eines Lichtbogenapparates, auf die für die Prüfung der Glutsicherheit vorgeschlagenen Prüfgeräte (Glühkonus und Glühkolben), auf die Versuche, durch Überschlagprüfungen an der Oberfläche von Isolierteilen Vergleichswerte für die Kriechstreckensicherheit zu schaffen, und auf die bereits abgeschlossenen Arbeiten für die Einführung einer Gebrauchsprüfung. Über die Ergebnisse der zu dem Zweck im Gang befindlichen Untersuchungen, die Prüfung der Feuersicherheit von Isolierteilen nach allen Richtungen endgültig durchzuführen, wird nach deren Abschluß berichtet werden. Die Gebrauchsprüfung für Dosenschalter und Steckvorrichtungen[2] gelangt als besonders wichtig schon jetzt zur Durchführung. Sie wird unter Nennbelastung bei möglichster Berücksichtigung der praktischen Betriebsverhältnisse durchgeführt und ist durchaus geeignet, hinsichtlich der Eigenschaften, die durch die noch in Entwicklung befindlichen Prüfverfahren im einzelnen festgestellt werden sollen, vorläufig eine gute Sicherheit zu gewährleisten.

In den keramischen und gummifreien Isolierpreßstoffen stehen dem Konstrukteur Isolierstoffe zur Verfügung, die die mannigfachen Ansprüche der Installationstechnik erfüllen. Es bleibt seine Aufgabe, die richtige Auswirkung der vorteilhaften Eigenschaften der verschiedenen Werkstoffe jeweilig unter Anwendung von Mitteln sicherzustellen, die etwa vorhandene nachteilige Eigenschaften unschädlich machen. Die Entscheidung über die Verwendung des einen oder anderen Werkstoffes sollte überhaupt nicht abhängig sein von der Verfolgung einer bestimmten Richtung, sondern muß lediglich getroffen werden auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen. Werden die geschilderten Gesichtspunkte in der Konstruktion und in der Werkstoffauswahl nicht gleichzeitig berücksichtigt, so kann eine falsche Beurteilung des verwendeten Werkstoffes und damit ein Schaden für seine Verwendung überhaupt entstehen.

[2] Vgl. ETZ 1933, S. 510.

Stand der Isolierstoff-Forschung.

Von Dr. R. Vieweg und Dr. G. Pfestorf, Berlin.

Auf dem Gebiet der elektrischen Isolierstoffe sind die Kenntnisse der physikalischen Zusammenhänge und die Verfahren zur Untersuchung und Entwicklung im letzten Jahrzehnt sehr gefördert worden. Sowohl vom rein wissenschaftlichen Standpunkt als auch unter dem Gesichtspunkt technischer Spezialaufgaben ist von Instituten, Firmen und Einzellaboratorien eine große Anzahl Forschungsarbeiten an Isolierstoffen durchgeführt worden. Zahlreiche Fabriklaboratorien sind neu erstanden, die teils selbst schöpferisch tätig sind, teils der Nutzbarmachung der in anderen Laboratorien gewonnenen Erkenntnisse dienen.

Der vielleicht am meisten in die Augen springende Erfolg der wissenschaftlichen Durchdringung des Isolierstoffgebietes besteht darin, daß heute für fast alle Zwecke hochwertige Isolierstoffe zur Verfügung stehen, und daß man in der Lage ist, nach Belieben die für eine bestimmte Aufgabe in den Vordergrund tretende Eigenschaft eines Stoffes bevorzugt zu entwickeln, wenn auch meist nur auf Kosten von anderen Eigenschaften. Dabei ist zu bedenken, daß der Aufgabenkreis mit der allgemeinen Entwicklung der Technik sich von Jahr zu Jahr auch für die Isolierstoffe vergrößert hat. Als Beispiele seien die enormen Spannungen von mehreren Millionen Volt genannt, die in den letzten Jahren im Laboratorium erzeugt werden konnten, und für die die nötigen Isolierungen geschaffen werden mußten; man denke weiter an die Verknüpfung hoher thermischer und elektrischer Beanspruchung, wie sie bei der Gasreinigung auftritt, oder an die Verknüpfung hoher mechanischer und elektrischer Beanspruchung, wie sie in den Druckkammern von Schaltern vorhanden ist. Selbst auf dem Gebiete der Installation haben mit der Ausbreitung der Elektrizität in den Haushaltungen Sonderaufgaben, wie z. B. die Feuchtraumisolierung, große Bedeutung erlangt.

In der elektrischen Isolierstoff-Forschung ist nach wie vor das ungelöste Problem des elektrischen Durchschlages der Anlaß zu ausgedehnter wissenschaftlicher Forschungstätigkeit gewesen. Die große praktische Bedeutung beruht darauf, daß der Durchschlag diejenige Beanspruchung einer Isolation kennzeichnet, die im praktischen Betriebe mit Sicherheit vermieden werden muß. Die Gewährleistung des Nichteintretens eines Durchschlages ist eine der Hauptaufgaben der Hochspannungs-Isolationstechnik. In den Laboratorien sind zahlreiche Arbeiten zur Klärung des Durchschlagvorganges unternommen worden[1]. Auf seiten der Theorie lag in der Townsendschen Auffassung über die Stoßionisierung für den Durchschlag der Gase eine wichtige Arbeitsgrundlage vor. Die Entwicklung der Meßtechnik hat hier ermöglicht, weitere Aufklärungen zu schaffen und die scheinbar gut begründeten älteren Anschauungen zu berichtigen. Durch die Feststellung der Durchschlagzeit mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen ist der Nachweis gelungen, daß der Zusammenbruch des elektrischen Feldes in Zeiten der Größenordnung von 10^{-9} s erfolgt; die nach der alten Theorie zu erwartenden Zeiten von etwa 100fachem Betrag sind sicher nicht zutreffend. Um diese Diskrepanz zu lösen, führen Frank und v. Hippel die Annahme ein, daß der Durchschlag einsetzt, wenn ein Elektron die Entladungstrecke in genügender Geschwindigkeit durchläuft und damit schlagartig den Aufbau von Raumladungen in der Funkenstrecke bewirkt. Diese Arbeitshypothese stützen sie durch oszillographische Aufnahmen des Durchschlagvorganges und durch theoretische Erwägungen über Elektronengeschwindigkeit und Raumladung. Nach Rogowski muß eine vereinigte Wirkung von Ionisierung und Raumladung angenommen werden. Man kann dann theoretisch Aufschluß über das Feld an der Anode und Kathode und in der positiven Säule in befriedigender Uebereinstimmung mit dem Experiment erhalten. Versuche von Buss, Krug u. a. haben nachgewiesen, daß der Spannungszusammenbruch von Gasen bei Atmosphärendruck oft, bei niedrigeren Drücken stets in Stufen erfolgt. Es treten Stufen von $1 \cdot 10^{-7}$ bis $2 \cdot 10^{-8}$ s Dauer auf. Die Spannung der Stufe ist eine Funktion von $p \cdot \delta$ (p Luftdruck, δ Schlagweite). Die Restspannung ist die Bogenspannung und bei niedrigem

Das Schrifttum ist am Schluß des Aufsatzes zusammengestellt.

Digitized by Google

Druck die Glimmentladespannung. Zur Untersuchung des beim Durchschlag auftretenden Funkens in Abhängigkeit von der Zeit hat F. G. Dunnington einen elektrooptischen Verschluß beschrieben, der als trägheitsloses Relais eine Kerrzelle benutzt. Wegen der außerordentlich kurzen Zeit können jedoch keine photographischen Platten für die Aufnahmen verwandt werden, sondern die Beobachtung geschieht subjektiv; das menschliche Auge erweist sich trotz dieser kurzen Belichtungszeiten als sehr empfindlich. Statistische Verfahren zur Untersuchung des Durchschlagvorganges und namentlich der wichtigen Frage der Durchschlagverzögerung im homogenen Feld bei Elektroden aus verschiedenen Metallen hat Strigel herangezogen; Steenbeck und Strigel entwickelten einen sog. Zeittransformator, der es erlaubt, Zeiten von etwa 10^{-8} s auf einem Chronographenstreifen zu registrieren. Die Transformation beruht darauf, daß ein Kondensator während der kurzen Zeit aufgeladen und in millionenfach längerer Dauer entladen wird.

Zur Frage des Durchschlages von Flüssigkeiten liegen neuerdings Arbeiten (Nikuradse) vor, denen zufolge es sich beim Stoßdurchschlag um eine rein elektrische Ionisationsentladung handelt. Die spezifische Ionisierung ergibt sich aus Leitfähigkeitsmessungen als unabhängig von der Verunreinigung, während die Durchschlagfestigkeit durch Reinigung oder bei Anwendung von Stoßspannungen steigt. Die Frage des Durchschlages von Isolieröl wird z. T. auf im Öl vorhandene Faserbrücken (Rebhan), z. T. auf Feuchtigkeitsgehalt und z. T. auf Gasgehalt (Koppelmann, Edler) zurückgeführt. Theoretisch sind die Versuche nicht abschließend geklärt.

Vor noch größere Schwierigkeiten ist die Isolierstoffforschung hinsichtlich der Frage des Durchschlages fester Körper gestellt; hier ist es, abgesehen von den Kristallen, praktisch unmöglich, definierte Stoffe für die Untersuchungen heranzuziehen und die Unzahl der verschiedenen Isoliermittel unter gemeinsamen Gesichtspunkten zusammenzufassen. Ja, selbst meßtechnisch ist es bei den festen Stoffen schwer, saubere Bedingungen herzustellen.

Unter den Theorien über den Durchschlag fester Körper lassen sich drei Hauptrichtungen unterscheiden; beim „Wärmedurchschlag" nach K. W. Wagner tritt der Durchschlag durch Verluste ein, die in einer Wechselwirkung von Temperatursteigerung und Widerstandsverminderung zum Durchbrennen oder Schmelzen des Isolierstoffes führen. Ist außer der Temperatur die Stärke des angelegten elektrischen Feldes von großem Einfluß auf die Widerstandsverminderung im Isolierstoff, so liegt der „wärmeelektrische Durchschlag" vor, auf den zuerst Rogowski hingewiesen hat. Schließlich kann der Durchschlag als „rein elektrischer" Vorgang angesehen werden. Bekannt sind die Arbeiten von Joffé, der an Kristallen extrem hohe Werte der Durchschlagspannung erreichen konnte. Joffés Erklärung des elektrischen Durchschlages durch die Annahme von im Gitter frei beweglichen Ionen, die nur selten Stöße mit dem Kristallgitter erleiden, steht nach Arbeiten von Landau und Rosenkewitch im Widerspruch zu den Gesetzen der klassischen Mechanik, die zur Erklärung des Durchschlages mit herangezogen werden. Der in der Literatur oft erwähnte Unterschied zwischen Gleich- und Wechselspannung für Durchschlagmessungen läuft nach neuesten Arbeiten lediglich auf einen Randeffekt hinaus und besteht nach K. W. Wagner tatsächlich nicht.

Eine umfassende Erklärung des Durchschlagvorganges ist bis jetzt noch nicht geglückt, wenigstens nicht in dem Maße wie in anderen Gebieten der Physik, wo sich gewisse Eigenschaften auf Grund der Kenntnis anderer Eigenschaften genau berechnen lassen. Trotzdem sind die vorliegenden theoretischen und praktischen Arbeiten über den Durchschlag von großem Wert, schon deshalb, weil sie auch die Stoffkunde gefördert und damit unmittelbar der Praxis gedient haben. Der Durchschlag ist in Abhängigkeit von allen möglichen Veränderlichen untersucht worden, so z. B. von der Dauer der Spannungsbeanspruchung, u. zw. vom Dauerdurchschlag bis zum Stoßdurchschlag, von der Temperatur, von der Frequenz, der Kurvenform, der Elektrodenform, der Reinheit der Stoffe und ihrer Struktur, ferner von äußeren Einflüssen, wie dem Druck, einem Magnetfeld usw.

Die Durchschlagspannung kann jedoch keineswegs als alleinige Bewertungsgrundlage für Isolierstoffe dienen. Ihrer Natur nach erfaßt die Durchschlagspannung einen Grenzfall, den Zusammenbruch des Materials. Dementsprechend ist auch die Reproduzierbarkeit der Messungen gering und die Streuung der einzelnen Meßreihen verhältnismäßig groß. Außerdem sind die untersuchten Stücke für eine weitere Verwendung nicht mehr brauchbar. Es sind daher der Messung der Durchschlagspannung für die Isolierstoff-Forschung diejenigen Verfahren überlegen, die ein größeres Volumen eines Stoffes über einen größeren Beanspruchungsbereich ohne Zerstörung zu untersuchen gestatten. In erster Linie ist hier die Messung der dielektrischen Verluste zu nennen, deren Bedeutung in den letzten Jahren allgemein anerkannt worden ist. Nicht nur für die Untersuchung von Isolierstoffen, Geräten, Kabeln u. a., sondern auch für Entwicklungsarbeiten und für die Überwachung der Herstellungsprozesse werden heute Verlustmessungen herangezogen. Wir nennen als Beispiel die Schaffung von Isolierstoffen für die Kurzwellentechnik, wo die Kleinheit der Verluste ein ausschaggebendes Kriterium für die Verwendbarkeit ist. Für fast alle Arten von Isolierstoffen, soweit sie für irgendwelche hohen elektrischen Beanspruchungen in Betracht kommen, werden heute Grenzen für den dielektrischen Verlustfaktor vereinbart.

Die Kenntnis der Natur der dielektrischen Verluste ist zum ersten Male wesentlich durch Überlegungen gefördert worden, die K. W. Wagner, ausgehend von der Maxwellschen Theorie eines Mehrschichtenkondensators, entwickelt hat. Hiernach scheinen die dielektrischen Verluste in erster Linie auf der Inhomogenität der Stoffe zu beruhen, die Frage der Kleinhaltung ist also eine Frage der Stoffreinheit, das Problem ein Mischungsproblem. In den letzten Jahren ist eine neue Auffassung bekanntgeworden, die wenigstens für gewisse Gebiete wohl als ebenso zutreffend anzusehen ist. Diese neue Theorie von Debye nimmt an, daß die dielektrischen Verluste durch die innere Reibung polarer, d. h. orientierter Moleküle oder Molekülgruppen bedingt sind; das Problem ist also verknüpft mit der inneren Reibung und damit mit der Zähigkeit der Stoffe. Interessant ist ferner, daß die Theorie von Debye eine Verbindung der dielektrischen Verluste mit den optischen Eigenschaften der Stoffe und ihren Anomalien bringt. Es gewinnen daher auch wieder optische Untersuchungen an Isolierstoffen an Interesse. Die Vorstellung von polaren Molekeln ist nicht nur auf Gase und Flüssigkeiten beschränkt, sondern scheint auch für feste Körper Bedeutung zu besitzen. Als Kriterium für den Dipolcharakter der Moleküle spielt neben dem Verlustfaktor in seiner Abhängigkeit von Temperatur und Frequenz die Dielektrizitätskonstante eine wichtige Rolle. Die theoretische Beherrschung der Vorgänge ist auf dem Gebiet der festen Körper noch ganz im Flusse, aber schon die jetzt vorhandenen Anschauungen haben sich als fruchtbar erwiesen.

Die Messung der Dielektrizitätskonstante ist in der Praxis für diejenigen Isolierstoffe von Bedeutung geworden, die zur Herstellung von Kondensatoren Verwendung finden. Mit der außerordentlich starken Zunahme der Kondensatoren in der Stark- und Schwachstromtechnik erwuchs die Aufgabe, große Kapazitäten auf kleinem Raum unterzubringen. So sind Imprägniermassen entwickelt worden mit einer Dielektrizitätskonstante bis zu 5, während das Tränkgut früher eine Dielektrizitätskonstante von $\varepsilon \approx 2$ aufwies. Die Gewähr, daß der technische Fortschritt, der in der höheren Dielektrizitätskonstante zweifellos vorhanden ist, ohne Einbuße der Güte des Kondensators erreicht ist, wird durch Messung der dielektrischen Verluste, des Isolationswiderstandes und der Durchschlagspannung erbracht.

An einer Fülle von Stoffen sind Verlustfaktor und Dielektrizitätskonstante unter den verschiedensten Gesichtspunkten gemessen worden, hauptsächlich in Abhängigkeit von Spannung, Frequenz und Temperatur, so daß wir heute über eine ziemlich umfassende Kenntnis der Stoffe verfügen. Allerdings ist zu beachten, daß zwar die Messungen der Verluste und der Dielektrizitätskonstante an einer gegebenen Materialsorte gut reproduzierbar sind — im Gegensatz zur Durchschlagspannung —, daß sich aber die Verlustfaktoren scheinbar gleicher Stoffe aber verschiedener Herkunft oder auch nur verschiedener Herstellungszeit oft erheblich unterscheiden.

Bei der Beurteilung von Isolierstoffen auf Grund von Verlustmessungen wird in vielen Fällen nicht so sehr der absolute Betrag — der meist befriedigend klein ist — zugrunde gelegt als die Änderung des Verlustfaktors mit der Beanspruchung. Aus der Änderung der Verlustkurve wird ein Schluß auf die zulässigen Dauerbeanspruchungen gezogen. Z. B. konnte Halbach durch Beobachtung der Spannung und der Temperatur, bei denen der Verlustfaktor unstabil ansteigt, nachweisen, daß bei gewissen Porzellanproben der Wärmedurchschlag erst bei Temperaturen des Versuchskörpers von mehr als 100 °C, bei einigen Hartpapiersorten hingegen bereits bei viel niedrigeren Temperaturen zu erwarten ist.

Digitized by Google

Für die Praxis der Messung von Verlusten und Dielektrizitätskonstanten haben sich unter den verschiedenen in Frage kommenden Verfahren hauptsächlich die Meßbrücken durchgesetzt. In erster Linie ist hier die von Schering angegebene Brücke zu nennen, die nicht nur bei 50 Per/s, sondern auch für die Standard-Mittelfrequenz, 800 Per/s, heute handelsüblich erhältlich ist. Der Fortschritt, den die Isolierstofftechnik machte, hat seinerseits wieder belebend auf die Meßtechnik gewirkt, die sich vor die Aufgabe gestellt sah, durch Verfeinerung der Verfahren und Steigerung der Meßgenauigkeit die Verlustmessungen den verbesserten Stoffen anzupassen. Hinsichtlich Abschützung der Brücken und Empfindlichkeit der Nullinstrumente wurden wesentliche Fortschritte erzielt. Zum Teil arbeitet man unter Heranziehung von Verstärkeranordnungen im Galvanometerzweig, zum Teil werden Vibrationsgalvanometer neuer Konstruktion verwandt, deren Empfindlichkeit auf etwa das 20fache der alten Galvanometer gesteigert worden ist. Auch solche hochempfindlichen Brückenanordnungen sind heute handelsüblich zu beziehen. Der Bau von Normalen für die Brückenmessungen hat gleichfalls sowohl nach der Seite der großen Kapazitäten mit Luft und mit Glimmer als Dielektrikum wie nach der Seite der hohen Spannungen eine beachtliche Entwicklung erfahren. Als Beispiel des Erfolges, den die Messung der Verluste gebracht hat, seien die Fortschritte erwähnt, die die Kabeltechnik erzielen konnte. In den zur Zeit geltenden VDE-Bestimmungen für Starkstromkabel ist für das Dielektrikum ein Verlustfaktor von $\operatorname{tg}\delta < 0{,}02$ gefordert, aber jeder Hersteller wird heute bereit sein, die Hälfte zu gewährleisten. Auf dem Gebiete der Höchstspannungstechnik ist die erfolgreiche Verwendung von Durchführungen aus Hartpapier kaum denkbar ohne die Überwachung der Fertigung mit Hilfe der Verlustmessung.

Nächst den dielektrischen Verlusten ist als wichtigstes elektrisches Untersuchungsverfahren die Bestimmung des Isolationswiderstandes zu nennen. Der Häufigkeit der praktischen Anwendung nach würde dieses Verfahren überhaupt als erstes anzuführen sein. Allgemein bezeichnet man als Isolationswiderstand den Widerstand zwischen zwei durch ein Dielektrikum getrennten Elektroden. Die Meßtechnik unterscheidet zwischen Oberflächenwiderstand und Widerstand im Innern, praktisch wird meist eine Kombination von beiden gemessen, für die prüftechnisch eine bestimmte Elektrodenanordnung festgelegt ist. Inwieweit bei Ermittlung des Oberflächenwiderstandes der Widerstand im Innern mitgemessen wird, ist theoretisch und praktisch (Hartshorn) untersucht worden. Wird der Widerstand im Innern durch Abschützungen so definiert, daß wirklich nur der Volumeneffekt unter Ausschluß des Oberflächeneffektes erfaßt wird, so spricht man vom Durchgangswiderstand, und dieser wird häufig, auf den Widerstand eines Zentimeterwürfels bezogen, als spezifischer Widerstand in Ohm · cm angegeben. Für den Oberflächenwiderstand hat sich das VDE-Verfahren der Messung zwischen Schneiden von 10 cm Länge in 1 cm Abstand, für den Widerstand im Innern die ebenfalls in der VDE-Vorschrift verankerte „Stöpselmethode" allgemein eingebürgert. Auch die vorsichtige, mehr qualitative Bewertung von Isolationsmessungen, wie sie in der VDE-Abstufung der Vergleichszahlen zum Ausdruck kommt, hat sich allgemein durchgesetzt. Wenn jetzt die Mindestvergleichszahl 3 für den Oberflächenwiderstand von Isolierpreßstoffen nach eintägigem Liegen in Wasser gefordert wird, d. h. mindestens 100 MΩ bei 1000 V Meßspannung, während noch vor einigen Jahren die Vergleichszahl 2 als ausreichend angesehen wurde, so drückt sich hierin der erhebliche Fortschritt aus, den die Isolierstoffherstellung durch die meßtechnische Überwachung erzielt hat. Der spezifische Widerstand hat Bedeutung erlangt für die hochwärmefesten Stoffe; Untersuchungen liegen bis gegen 1000 ° für eine Menge namentlich keramischer Stoffe vor. Auch hier ist es gelungen, für Sonderzwecke außerordentlich hochwertige Stoffe zu schaffen, die einen nur geringen Abfall des spezifischen Widerstandes mit steigender Temperatur zeigen; während bei üblichen Stoffen zwischen 100 ° und 500 ° der spezifische Widerstand sich leicht um sechs Größenordnungen ändert, ändert sich bei den hochwertigen Stoffen der Widerstand im beinahe doppelt so großen Temperaturbereich erst um etwa 4 Größenordnungen. Auch hier ist der Meßpraxis die Entwicklung des Instrumentenbaues zugute gekommen. Bei der Bestimmung des Isolationswiderstandes mit Wechselspannung können Drehspulgeräte mit eingebautem Trockengleichrichter Verwendung finden. Wenn es sich um sehr hohe Widerstandsbeträge handelt und man also schon sehr empfindliche Galvanometer wählen muß, um genügend große Ausschläge zu erzielen, ist allerdings nach wie vor Gleichspannung überwiegend üblich. Elektrometrische Verfahren, z. B. unter Verwendung von Röhrenelektrometern, werden dann erforderlich, wenn die zu messenden Isolationsströme kleiner als 10^{-10} A sind. Es gibt eine ganze Reihe Stoffe, bei denen solche Beträge in Frage kommen. Außer den auch früher bekannten, Paraffin, Quarz, Bernstein, Schwefel und Wachsen, sind hier Spritz- und Preßkunstharze zu nennen, die neuerdings mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von $\varrho > 10^{15}\ \Omega \cdot \text{cm}$ hergestellt werden können und damit auch für statische Isolierzwecke benutzbar sind. Wichtig ist die Tatsache, daß dabei scheinbar kein Zusammenhang zwischen Leitvermögen und dielektrischen Verlusten besteht. Es gibt Stoffe, bei denen ϱ ungefähr $10^{16}\ \Omega \cdot \text{cm}$, aber $\operatorname{tg}\delta \approx 0{,}01$ ist. Man hat also bei der Wahl der Spannungsart, mit der man untersucht, mitunter auf den künftigen Verwendungszweck Rücksicht zu nehmen. Bei Flüssigkeiten liegen die Verhältnisse anders. Hier besteht zwischen Verlustfaktor und Leitvermögen eine einfache Beziehung, die mit guter Näherung erfüllt ist, solange die Zähigkeit der Flüssigkeit nicht zu groß ist. Bei dickflüssigen Kabelisolierölen z. B. wird bei Raumtemperatur die Abweichung beträchtlich. Trotzdem pflegt man auch an Flüssigkeiten die mehr Aufwand erfordernde Verlustmessung der Gleichstrom-Leitfähigkeitsmessung vorzuziehen, namentlich wenn das Verhalten bei hohen Wechselspannungen untersucht werden soll. Hauptsächlichster flüssiger Isolierstoff ist das Öl, das nicht nur im Transformatoren- und Schalterbau, sondern auch in der Kabeltechnik vorherrscht. Neuerdings haben auch andere Isolierflüssigkeiten auf Grund besonderer Vorzüge, z. B. der Nichtbrennbarkeit wie beim Pyranol, Eingang in die Technik gefunden.

Für die praktische Untersuchung von Isolierstoffen finden sich in den Vorschriften des VDE einschlägige Bestimmungen. Einzelheiten geben besonders VDE 0302, „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", die zwar hauptsächlich auf Isolierpreßstoffe zugeschnitten sind, in den Methoden aber weitergehende Bedeutung haben. Allgemeineres über die elektrische Isolierstoffprüfung ist in VDE 0303, „Leitsätze für die Bestimmung elektrischer Eigenschaften von festen Isolierstoffen" enthalten. Natürlich kommen nicht alle Prüfverfahren für jede Art Isolierstoff in Frage. Es ist vielmehr von Fall zu Fall eine beschränkte Auswahl von Prüfungen zu treffen. Sinn der VDE-Leitsätze ist in erster Linie, daß zur Vereinheitlichung und damit zur Vereinfachung des Prüfgeschäftes und zur Gewinnung vergleichbarer Werte die Ausführung der gewählten Verfahren in der in den Leitsätzen geregelten Art erfolgt. Zugleich wird so eine verläßliche Unterlage für künftige, der weiteren Vervollkommnung dienende Prüfvorschriften gewonnen.

Die vorgesehenen elektrischen Untersuchungen betreffen außer den genannten die Stromdurchgangsprüfung mittels Glimmlampe, die Spitzentasterprüfung und die Spannungserwärmungsprüfung. In den Vorschriften über die Prüfung elektrischer Isolierstoffe sind auch Versuche mechanischer und thermischer Art enthalten. In Frage kommen Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, Kugeldruckhärte, Wärmefestigkeit und Glutfestigkeit. Ferner sind Angaben über die Vorbehandlung der Stoffproben gemacht. Hier kommen in Betracht: Mechanische Vorbehandlung, wozu außer der Bearbeitung mit Werkzeugen auch Biegung und Druck, Zug, Kniffen, Falzen usw. gehören, ferner Vorbehandlung unter Einwirkung von Wärme, für die der VDE Richtwerte der Temperaturstufen gibt. Weiter kann die Vorbehandlung durch Einwirkung von Feuchtigkeit erfolgen, für die ebenfalls Normalstufen festgesetzt sind; ferner durch Einwirkung von Chemikalien, wie Lagerung in Säuren oder Alkalien oder in Luft, in der Salzlösungen zerstäubt sind. Schließlich sei noch die Vorbehandlung durch Lagerung in Öl, besonders bei höherer Temperatur, die Einwirkung von Benzinen, Alkoholen, Lacken, Paraffinen u. a. m. erwähnt. Auch bei Einwirkung von Wasser, bewegter Luft, verändertem Luftdruck sind mitunter Isolierstoffe zu untersuchen.

Die bisherigen Darlegungen erstreckten sich auf die wichtigsten Untersuchungsgebiete, auf denen in den letzten Jahren Arbeiten geleistet worden sind und die zugleich in größerem Umfange Eingang in die alltägliche Meßpraxis der Entwicklungs- und Prüflaboratorien gefunden haben. Der Stand der Isolierstoff-Forschung ist damit aber noch keineswegs vollständig umrissen. Man hat z. B. Aufklärung über den inneren Aufbau von Isolierstoffen durch Anwendung von Verfahren der röntgenographischen Strukturforschung zu erhalten versucht. Auf dem Gebiete der Öle, des Gummis und der keramischen Stoffe liegen

Digitized by Google

Arbeiten vor, die, auch wenn sie nicht unmittelbar auf den Zusammenhang mit den Isolationseigenschaften abzielen, doch durch Förderung der Kenntnis des Materials hier einen Fortschritt darstellen. Noch in den Anfängen steckt die Anwendung metallographischer Verfahren, bei denen durch mikroskopische Untersuchung des Gefüges Schlüsse auf den Aufbau des Stoffes gezogen werden; ein anderer Gesichtspunkt für die Entwicklung neuer Isolierstoffe ist durch die Frage nach der Ozonfestigkeit gegeben. Auch da hat die Technik neue Stoffe herausgebracht. Ein weiteres Beispiel ist die Herstellung von Isolierkörpern mit erhöhter Wärmeleitfähigkeit; diese ist wichtig für das Verhalten bei hohen Temperaturen, wie sie im Lichtbogen und in Explosionsmotoren auftreten.

Von großer Bedeutung für die Isolierstoff-Forschung ist das Zusammenwirken von Elektrotechniker und Chemiker. Die Chemie hat in den letzten Jahren in der Schaffung neuer Kunststoffe viel geleistet. Zum Teil ist die Entwicklung hinsichtlich der Anwendung solcher Stoffe in der Elektrotechnik noch ganz im Flusse. Während eine Zeitlang die Kunststoffe hauptsächlich als Isolierstoffe für die Elektrotechnik hergestellt wurden, kann man heute im Zweifel sein, ob nicht mehr Gegenstände für den allgemeinen Bedarf hergestellt werden als für den Elektromarkt. Umgekehrt wird versucht, Stoffe, bei denen eben noch die Anwendung für Isolierzwecke ausgeschlossen schien, so weiter zu entwickeln, daß sie doch in Frage kommen. Es wird guten Zusammenwirkens zwischen Chemiker und Elektrotechniker bedürfen, um rechtzeitig alle diejenigen Stoffe auszuscheiden, von denen eher eine Gefahr für das Vertrauen in die elektrische Isolierstofftechnik als eine Förderung zu erwarten ist. Vom Isolierstoffchemiker wird man daher Kenntnis der elektrotechnischen Zielsetzung und der Prüfverfahren fordern müssen, auf der elektrotechnischen Seite aber etwas Eindringen in die chemischen Gesichtspunkte des Aufbaues der Isolierstoffe. Trotz der Unterscheidung, die sich in letzter Zeit durchgesetzt hat zwischen den Festigkeitseigenschaften der Stoffe und den Sicherheitseigenschaften der Geräte, bleibt es wünschenswert, daß der Konstrukteur nicht nur die festgelegten Daten schematisch zugrunde legt, sondern bei den Konstruktionen auch den Gesamtcharakter der Stoffe ihrer Herstellung nach berücksichtigt. Für manche Gebiete kommen ihrer Natur nach nur bestimmte Isolierstoffe in Frage, und nur in wenigen Fällen wird die Auswahl schwer fallen. Die Festlegung der Bereiche für die einzelnen Isolierstoffarten wird eine der nächsten praktischen Aufgaben sein, die aus der Isolierstofforschung heraus zu lösen sind.

Einige Arbeiten der letzten Jahre auf dem Gebiet der Isolierstoff-Forschung sind nachstehend zusammengestellt, wobei zur leichteren Orientierung sozusagen als kürzeste Inhaltsangabe die Titel mit aufgeführt sind.

Schrifttum.

L. Inge u. A. Walther, Überschlag von festen Isolatoren in Transformatorenöl, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 99 (1933).

R. Strigel, Zur Frage der Materialabhängigkeit des Entladeverzugs im homogenen elektrischen Felde in Luft von Atmosphärendruck, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 137 (1933).

K. W. Wagner, Durchschlagsfestigkeit von festen Isolierstoffen bei Gleich- und Wechselstrom, Naturwiss. Bd. 21, S. 194 (1933).

H. Ritz, Durchschlagsfeldstärke des homogenen Feldes in Luft, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 219 (1932).

R. Hellmann, Sparkgap breakdown, characteristic properties of the glow discharge, Electrician Bd. 110, S. 31 (1933).

K. Buss, Der Stufendurchschlag bei Überdruck, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 25 (1933).

L. Inge u. A. Walther, Gibt es eine Zwischengebiet zwischen dem Wärmedurchschlag und dem rein elektrischen Durchschlag? Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 716 (1932).

L. Landau u. L. Rosenkewitch, Über die Theorie des elektrischen Durchschlags von A. Joffé, Z. Physik Bd. 78, S. 847 (1932).

W. Holzer, Über den Stoßdurchschlag der Luft im gleichförmigen Felde bei größeren Elektrodenabständen, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 865 (1932).

R. Wideröe, Über den elektrischen Durchschlag fester Isolatoren. Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 626 (1932).

O. Mayr, Berechnung der elektrischen Durchbruchfeldstärke von Gasen mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 352 u. 640 (1932).

W. Rogowski, Gasentladung und Durchschlag, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 643 (1932).

J. Frank u. v. Hippel, Der elektrische Durchschlag und Townsends Theorie, Z. Physik Bd. 57, S. 696 (1929).

K. Draeger, Über die Materialfestigkeit von keramischen Isolatoren bei elektrischer Stoßbeanspruchung, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 597 (1932); s. a. S. 560 dieses Heftes.

R. Schmidt, Über den Einfluß eines überlagerten magnetischen Feldes auf das dielektrische Verhalten einiger fester, flüssiger und gasförmiger Körper, Ann. Physik (5), Bd. 14, S. 809 (1932).

M. Toepler, Zur Kenntnis der Funkenspannung (Vorprozesse), Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 429 (1932).

W. Förster, Funkendurchbruch bei kurzdauernden Spannungsstößen, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 182 (1932).

P. Böning, Über den Einfluß kolloid-disperser Stoffe auf die Durchschlagspannung isolierender Flüssigkeiten, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 200 (1931).

N. Kapzow, Über das Anwachsen der Raumladungen beim elektrischen Durchschlage einer Gasstrecke, Z. Physik Bd. 75, S. 380 (1932).

P. Rosenlöcher, Messung der beim elektrischen Luftdurchschlag übergegangenen Elektrizitätsmenge, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 115 (1932).

F. Miseré, Luftdurchschlag bei Niederfrequenz und Hochfrequenz an verschiedenen Elektroden, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 123 (1932).

H. Decker, Die Beeinflussung der Spannungsverteilung und der Überschlagspannung von Isolatoren durch die Umgebung, ETZ 1932, S. 126.

T. Terada, M. Hirata u. R. Yamamoto, Microscopic cracks produced by electric spark, Nature, Lond., Bd. 129, S. 168 (1932).

A. Joffé, P. Kobeko, J. Kurtschatoy u. A. Walther, Zur Frage nach dem Mechanismus des elektrischen Durchschlages, Z. Physik Bd. 73, S. 775 (1932).

F. G. Dunnington, An optical study of the formation stages of spark breakdown, Physic. Rev. (2) Bd. 38, S. 1535 (1931).

F. Koppelmann, Über das Verhalten absorbierter Luft beim Durchschlag flüssiger Isolierstoffe, ETZ 1931, S. 1413.

H. Edler, Über den Einfluß von gelöster Luft auf die Leitfähigkeit und die Durchschlagsfestigkeit von Öl bei unsymmetrischen Elektroden und verschiedenen Drucken, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 447 (1931).

L. Inge u. B. Wul, Randdurchschlag und Randentladungen, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 597 (1931).

C. Reher, Durchschlag und Überschlag in Luft bei Drucken von 1 bis 30 at, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 277 (1931).

H. Edler, Über die Druckabhängigkeit der Durchschlagspannung bei dielektrischen Flüssigkeiten, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 37 (1930).

J. Rebhan, Zur Mechanik des Durchschlages von Transformatorenöl, ETZ 1933, S. 4.

A. Nikuradse, Der Durchschlag der isolierenden Flüssigkeiten, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 465 (1932).

J. Rebhan, Die Streuung der Durchschlagswerte von Transformatorenöl in statistischer Behandlung, ETZ 1932, S. 556.

F. Koppelmann, Einige Beobachtungen über den Durchschlag von Isolierölen zwischen einer Spitze und einer abgerundeten Elektrode, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 135 (1932).

H. Ritz, Durchschlag- und Überschlagfeldstärke in Isolieröl, ETZ 1932, S. 36.

D. K. Mc. Cleery, Some observations on residual charge in dielectrics, Phil. Mag. (7) Bd. 15, S. 223 (1933).

W. O. Schumann, Strom- und Feldverlauf in Isolierstoffen mit einer beweglichen dünnen Schicht Ladung, Arch. Elektrotechn. Bd. 27, S. 155 (1933); Z. techn. Physik. Bd. 14, S. 23 (1933).

H. Irino, Some experiments on surface leakage of insulating material at high frequencies, Circ. electrotechn. Lab. Tokyo Nr. 85, 1932.

D. Nasledow u. P. Scharawcky, Durchgang des elektrischen Stromes durch feste Dielektrika, Ukr. phys. Abh. Bd. 2, S. 1 (1931).

L. Hartshorn, Surface resistivity measurements on solid dielectrics, Proc. physic. Soc. (4) Bd. 42, S. 300 (1930).

W. A. Ford u. S. I. Reynolds, Alternating current bridges for measurements of electrical insulating materials, Gen. electr. Rev. Bd. 36, S. 99 (1933).

P. L. Bayley, Dielectric losses in Rocksalt, Physic. Rev. Bd. 2, S. 43 u. 355 (1933).

E. Kirch, Verluste in technischen Isolierstoffen, ETZ 1932, S. 931, 958 u. 1007.

W. N. Stoops, Development of polar characteristics in insulating oils, Physic. Rev. (2) Bd. 40, S. 1054 (1932).

H. H. Race, Dielectric losses in insulating materials, Physic. Rev. (2) Bd. 40, S. 124 (1932).

R. Köhler, Über eine Anwendung von dielektrischen Verlustmessungen zur Untersuchung kolloider Systeme, Kolloid-Z. Bd. 59, S. 143 (1932).

M. J. O. Strutt, Dielektrische Eigenschaften verschiedener Gläser in Abhängigkeit von der Frequenz und der Temperatur, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 715 (1931).

J. W. Williams, Recent dielectric constant theory and its relation to problems of electrical insulation, J. Franklin Inst. Bd. 211, S. 581 (1931).

H. Vogler, Die Untersuchung dielektrischer Verluste flüssiger Isolierstoffe bei kurzen Wellen mit dem Kalorimeter, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 197 (1931).

L. S. Ornstein u. G. J. D. J. Willemse, Dielektrische Verluste und elektrisches Dipolmoment in Transformatorenöl, Z. techn. Physik. Bd. 11, S. 345 (1930).

F. Hamburger jr., Polar molecules, their contribution to energy loss in dielectrics, Physic. Rev. (2), Bd. 35, S. 1119 (1930).

F. M. Clark, Brief review of contemporary dielectric research, Electr. Engng. Bd. 51, S. 30 (1932).

Ch. Stillwell u. G. Clark, Weitere Röntgenographische Studien an Guttapercha und Balata, Kautschuk Bd. 7, S. 86 (1931).

R. D. Bennett, X-ray studies of motions of molecules in dielectrics under electric stress, J. Franklin Inst. Bd. 211, S. 481 (1931).

M. Ewing, An X-ray study of the structure of electrets. Physic. Rev. Bd. 36, S. 378 (1930).

F. K. Mayer, Ergebnisse der Teilchengrößenbestimmung mit Hilfe der Röntgenstrahlen, Kolloid-Z. Bd. 57, S. 353 (1931).

Abschluß des Heftes: 2. Juni 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Isolier- und Preßmaterial für Bau und Instandsetzung elektrischer Maschinen und Apparate.

Mitteilung der AEG.

Die Herstellung hochwertiger Isolierstoffe, die in elektrisch und mechanisch hoch beanspruchten Maschinen usw. Verwendung finden sollen, setzt große Erfahrungen auf diesem Sondergebiet und das Vorhandensein erstklassiger Fabrikationseinrichtungen voraus, wenn eine stets gleichbleibende Qualität geliefert werden soll. Die AEG, welche diese Materialien in allen Betrieben für die Herstellung von elektrischen Maschinen und Apparaten laufend verwendet, bietet Gewähr dafür, daß die erwähnten Voraussetzungen gegeben sind und eine schnelle Lieferung der für die verschiedenen Anwendungsgebiete und Beanspruchung hergestellten Isoliermaterialien möglich ist, in denen einige nachstehend näher erläutert werden.

Bei Supra-Mikanit sind die einzelnen Glimmerplättchen mit einem der AEG durch DRP geschützten Klebemittel, dem Geaphtal-Lack (in Amerika „Glyptal" genannt), geklebt. Der Vorteil des Geaphtal-Lackes gegenüber Schellack liegt einmal in der höheren Klebfähigkeit des Geaphtal-Lackes; in 1 kg Mikanit sind erheblich mehr Glimmer und weniger Bindemittel enthalten, woraus sich die besseren Isolationseigenschaften des Supra-Mikanites ergeben. Ein weiterer Vorteil ist die erheblich höhere Wärmebeständigkeit. Während Schellack bereits bei etwa 60 bis 80° erweicht, hat Geaphtal-Lack eine Wärmebeständigkeit von etwa 150 bis 180°, Temperaturen, die also erheblich über den im Betrieb überhaupt zulässigen liegen. Das in der Praxis oftmals aufgetretene „Wachsen" der Mikanit-Isolation, das eine Lockerung der Segmente herbeiführte und durch Nachziehen des Kollektors beseitigt werden mußte, fällt bei der Verwendung von Supra-Mikanit vollständig fort. Auch die geringe Neigung zur Verkohlung bei etwaiger Funkenbildung und das negative Verhalten etwaiger Zersetzungsprodukte gegenüber Kupfer sind Vorteile des Supra-Mikanites.

Aus diesen Gründen gebraucht die AEG auch für Form-Mikanit den Geaphtal-Lack als Bindemittel. Aus Supra-Form-Mikanit werden z. B. Formstücke hergestellt (Abb. 1 und 2).

Die Mikartafolien, Papiere mit einer Lage Glimmer, dienen zum Umpressen und Umbügeln von Formspulen und Stabwicklungen, Mikanit-Batistbänder zum Umwickeln von Formspulen, besonders für Bahnmotoren.

Heiz-Mikanit in den Stärken 0,3 und 0,4 mm wird zur Ausbesserung schadhaft gewordener Isolationen elektrischer Heiz- und Kochgeräte benötigt.

Ein weiterer wichtiger elektrotechnischer Isolierstoff ist das Hartpapier „Preßzell" der AEG, das in den verschiedenartigsten Teilen im Maschinen- und Apparatebau Anwendung findet. Die vorzüglichen Bearbeitungseigenschaften von Preßzell ermöglichen es dem Bezieher, gewünschte Teile, wie Nutenkeile, Wicklungsverstiftungen für Maschinen, Grundplatten und Leisten für Apparate, Traversen für Transformatoren u. ä., aus Plattenmaterial sich selbst herzustellen. Es lassen sich aus diesem Material auch Rohre in allen gewünschten Abmessungen anfertigen.

Preßspan ist in Platten verschiedener Stärken als Material für Nutenauskleidungen, Windungszwischenlagen, Spulenkörper und alle die vielen Teile, die in elektrischen Apparaten und Transformatoren mit Preßspan isoliert werden, lieferbar.

Ein umfangreiches Anwendungsgebiet haben die mit Lack getränkten Papier-, Seiden- und Leinenstoffe, sei es, daß sie in ganzen Breiten als Umwicklung von Stabwicklungen oder als Bänder zur Bewicklung jeder Art von Spulen gebraucht werden. Dementsprechend gibt es so zahlreiche Arten, daß deren Nennung zu weit führen würde. Besonders hingewiesen sei auf die diagonal geschnittenen, nahtlosen Isolierbänder der AEG. Die Vorteile eines Bandes, das aus zusammengenähten, diagonal aus der Stoffbreite geschnittenen Streifen hergestellt war, waren größere Dehnbarkeit und Anschmiegsamkeit. Diese Vorteile sind auch bei dem diagonal geschnittenen nahtlosen Band erhalten geblieben. Der wesentliche Vorteil der neuen Bänder besteht darin, daß der Lackauftrag durch die Nähte nicht unterbrochen und bei der Bewicklung eine stets gleichbleibende Stärke des Bandes vorhanden ist, während bisher bei der Bewicklung an der Nahtstelle stets unangenehme Verdickungen auftraten. Die neuen nahtlosen Diagonalbänder haben sich sehr gut eingeführt und bestens bewährt.

Auch die Isolierschläuche der AEG finden fast in der gesamten Elektrotechnik Anwendung. Fabrikatorische Verbesserungen gerade in der letzten Zeit verbürgen ein stets einwandfreies Fabrikat, gute elektrische Eigenschaften und vorzügliches Aussehen.

Abb. 1. Kollektorringe aus Form-Mikanit.

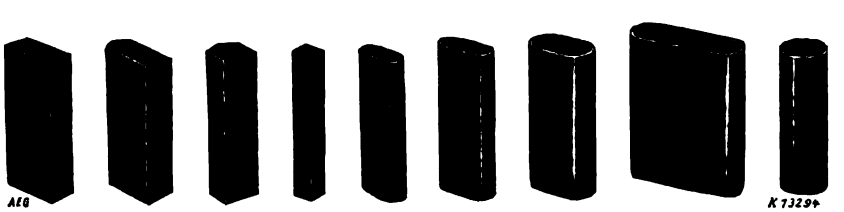


Abb. 2. Nutenrohre aus Form-Mikanit.

Digitized by Google

Elektrophysik der Isolierstoffe

Von Dr. **Andreas Gemant**, Privatdozent an der Technischen Hochschule Berlin, Mitglied der Forschungsabteilung des Siemens-Schuckert-Kabelwerks. Mit 76 Textabbildungen. VI, 222 Seiten. 1930. RM 20.—; gebunden RM 21.50*

Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Festigkeitslehre

Von Assistent-Direktor **N. Semenoff**, Leningrad, und Ingenieur **Alexander Walther**, Leningrad. Mit 116 Textabbildungen. VII, 168 Seiten. 1928. Gebunden RM 16.50*

Elektrische Festigkeitslehre

Von Prof. Dr.-Ing. **A. Schwaiger**, München. Zweite, vollständig umgearbeitete und erweiterte Auflage des „Lehrbuchs der elektrischen Festigkeit der Isoliermaterialien". Mit 448 Textabbildungen, 9 Tafeln und 10 Tabellen. VIII, 474 Seiten. 1925. Gebunden RM 27.—*

Die Isolierstoffe der Elektrotechnik

Vortragsreihe, veranstaltet von dem Elektrotechnischen Verein E. V. und der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins E. V. von Professor Dr. **H. Schering**. Mit 197 Abbildungen im Text. IV, 392 Seiten. 1924. Gebunden RM 16.—*

Die Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in graphischen Darstellungen

Eine Sammlung von Versuchsergebnissen aus Technik und Wissenschaft. Von Dr. **U. Retzow**, Abteilungsleiter der AEG, Fabrik für elektrische Meßinstrumente, Berlin. Mit 330 Abbildungen. VI, 250 Seiten. 1927. Gebunden RM 24.—*

Gummifreie Isolierstoffe

Technisches und Wirtschaftliches. Unter Mitarbeit von Fachgenossen verfaßt von Dr.-Ing. **Arthur Sommerfeld**, Freiburg i. Br. Herausgegeben vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V., Berlin. Mit zahlreichen Abbildungen. 103 Seiten. 1927. RM 2.80*

Dielektrisches Material

Beeinflussung durch das elektrische Feld. Eigenschaften, Prüfung, Herstellung. Von Dr.-Ing. **A. Bültemann**, Dresden. Mit 17 Textabbildungen. VI, 160 Seiten. 1926. RM 10.50; gebunden RM 12.—*

Die Porzellan-Isolatoren

Von Professor Dr. **Gustav Benischke**. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 162 Abbildungen im Text. 116 Seiten. 1923. RM 4.80; gebunden RM 5.60*

Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik

Herausgegeben von Oberingenieur **Walter Demuth**, Hermsdorf i. Th., unter Mitarbeit der Oberingenieure **Hermann Franz** und **Kurt Bergk**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 132 Abbildungen im Text. VIII, 254 Seiten. 1923. Gebunden RM 12.—*

Isolierte Leitungen und Kabel

Erläuterungen zu den für isolierte Leitungen und Kabel geltenden Vorschriften und Normen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Dr. **Richard Apt**. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 20 Textabbildungen. IX, 235 Seiten. 1928. Mit Ergänzungsheft. 1929. RM 15.—*
Erstes Ergänzungsheft zur dritten Auflage. 42 Seiten. 1929. Einzeln RM 3.—*

Die Herstellung papierisolierter Starkstromkabel

Von Dr.-Ing. **H. Müller**, Meißen. Mit 43 Textabbildungen. IV, 132 Seiten. 1931. RM 14.50; gebunden RM 16.—*

Kabeltechnik

Die Theorie, Berechnung und Herstellung des elektrischen Kabels. Von Dipl.-Ing., Dr. phil. **M. Klein**, Berlin. Mit 474 Textabbildungen und 149 Tabellen. VIII, 487 Seiten. 1929. Gebunden RM 57.—*

* Auf die Preise der vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Notnachlaß von 10% gewährt.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang | Berlin, 15. Juni 1933 | Heft 24

Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von A. Čapek, Antwerpen.

Übersicht. Das sog. CLR-Fernschaltverfahren wird eingehend besprochen und gleichzeitig ein besonderes europäisches Fernamtsystem beschrieben, welches besser für die kontinentalen mittelbelasteten Netze paßt als das amerikanische. Die Abhängigkeit dieser neuen Fernämter von den Eigenschaften des Fernverkehrs sowie der Fern- und Ortsnetze wird ferner erörtert. Ebenso werden auch besondere Fernleitungs-Belastungskurven für den Sofort- und für den Warteverkehr entwickelt und die Kosten dieser zwei Betriebsarten verglichen. Schließlich wird der Einfluß des CLR-Verfahrens auf die verschiedenen Einrichtungen der Fern- und Ortsämter besprochen. Des großen Stoffumfanges wegen werden aber nur die betriebstechnischen Fragen erörtert, die zugehörigen Einzelschaltungen bleiben also unberücksichtigt. Das Problem des Selbstwähl-Fernverkehrs, sonst auch „Netzgruppen- oder Fernselbstanschluß-System" genannt, wird nur soweit berührt als es für den betreffenden Zweck nötig ist.

Einleitung.

Die europäischen Telephonverwaltungen haben in der Nachkriegszeit im allgemeinen besonders für die Umstellung der Handämter auf den Selbstanschlußbetrieb gesorgt. Für die Verbesserung des Fernverkehrs wurden außerdem neue Fernkabel gelegt und mit Verstärkern ausgerüstet, so daß auf diese Weise die Zahl der Absatzwege vergrößert und der Fernsprechverkehr auch auf größere Entfernungen wirtschaftlicher gestaltet werden konnte. Dagegen ist in Europa die Betriebsweise der Fernleitungen mit Ausnahme des Nahverkehrs (Schnellverkehr) bis jetzt meist unverändert geblieben, und die reichlichere Ausgestaltung des Fernleitungsnetzes wurde für die Beschleunigung des übrigen Fernverkehrs oft nicht genügend ausgenutzt.

Die Verhältnisse in den Orts- und Fernleitungsnetzen in den V. S. Amerika haben sich dagegen anders gestaltet: Die Umwandlung der Handämter ist dort langsamer als in Europa vor sich gegangen, die Anpassung des Fernleitungsnetzes an den vorhandenen Fernverkehr hat größere Fortschritte gemacht und die Umstellung der Fernämter auf den sog. CLR-Verkehr kann dort z. B. schon als beendet betrachtet werden. — Die Verdichtung des Fernleitungsnetzes in Europa ist aber z. Z. schon so weit gediehen, daß man die vorhandenen Netze durch bessere Betriebssysteme ausnutzen kann, als es bis jetzt der Fall war. Die Möglichkeit eines teilweisen Überganges vom Fernwartebetrieb auf den Sofortverkehr ist nun auch hier gegeben, und es ist daher angezeigt, daß man sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt.

Die Bezeichnung der CLR-Betriebsweise.

Die Bezeichnung CLR drückt in drei Anfangsbuchstaben das amerikanische „combined line and recording"-Verfahren aus und heißt demnach wörtlich übersetzt: „vereinigtes Melde- und Fern"-Verfahren. Weiterhin soll es daher als „VMF"-Betriebsart bezeichnet werden, wobei aber nicht zu vergessen ist, daß es ein amerikanisches und ein europäisches VMF-Verfahren gibt, wie später noch ausführlicher besprochen wird.

Die wörtliche Übersetzung wird hier beibehalten, obwohl eine solche Bezeichnung etwas irreführend ist, weil man annehmen könnte, daß in einem VMF-Amte die VMF-Beamtinnen in jedem Falle die Anmeldung entgegennehmen und die Fernverbindung auch selbst ausführen müssen. Dies trifft aber im allgemeinen nicht zu, und etwas Ähnliches ist nur in kleinen Fernämtern möglich; das VMF-Betriebsverfahren soll vielmehr ermöglichen, daß die Fernverbindungen je nach Umständen ohne oder mit Wartezeit hergestellt werden können, und der bekannte Schnellverkehr stellt demnach nur eine Unterabteilung dieser Betriebsart vor. In beiden Betriebsverfahren fallen nämlich die sonst üblichen Meldeplätze aus. Die Anmeldung und Ausführung der Verbindung in einem VMF-Amte liegen demnach — mit Ausnahme der kleinen Ämter — nur bei einem Teil der Gespräche in der Hand derselben Beamtin, und man könnte demnach diese Betriebsweise auch als eine solche mit „wechselnder Wartezeit" bezeichnen oder als solche mit „vereinigtem Warte- und Sofortbetrieb". Da aber unter die letzteren Bezeichnungen auch die bestehenden alten Fernämter fallen, sofern ein Teil ihres Verkehrs schnellverkehrsmäßig abgewickelt wird, empfiehlt es sich, die Bezeichnung VMF für diese neue Betriebsweise beizubehalten. Bei dieser Gelegenheit ist es aber ratsam, auch eine passende und kurze Bezeichnung der alten Fernämter, soweit sie noch allgemein in Europa in Betrieb sind, zu wählen.

Merkwürdigerweise hat keine einzige Sprache ein passendes Wort für ein Fernamtsystem, welches seit mehr als einem Menschenalter in der ganzen Welt beinahe ohne Ausnahme verwendet wurde. Es wird jetzt manchmal als System mit „Vorbereitung" bezeichnet, obwohl nur ein Teil der Verbindungen vorbereitet wird. Auch der Ausdruck „Warteverkehr-Fernamt" ist nicht ganz zutreffend, weil in dem VMF-Verkehr ein Teil der Verbindungen auch mit Wartezeit hergestellt werden muß.

Das neue VMF-Verfahren nötigt uns nun aber nicht nur, eine passende Bezeichnung für die alte Betriebsweise zu wählen, sondern sie gibt uns auch schon gleichzeitig den richtigen Ausdruck dafür; denn die alten Fernämter sind, richtig ausgedrückt, eigentlich solche mit getrennten Melde- und Fernplätzen, und können deshalb weiter als solche mit „gesondertem MF-Betrieb" bezeichnet werden.

Schrifttum-Nachweis.

Die VMF-Betriebsweise ist schon beinahe 20 Jahre alt, die größte Zahl der Fernämter der Welt ist darauf eingestellt, in den Fachzeitschriften wird dieses Arbeitsverfahren oft berührt, merkwürdigerweise sind aber seine kennzeichnenden Merkmale nie genügend hervorgehoben worden. Es ist auch nirgends die Rede davon, daß diese Betriebsart sowohl bei stark- als auch bei mittelstark belasteten Fernleitungsnetzen, wie sie in Europa z. Z. vorhanden sind, mit großem Vorteil zur Kürzung der Wartezeit angewendet werden kann, und daß sie nur für stark überlastete Netze nicht paßt. Es ist auch nicht auf die Folgen der Einführung dieses Systems in bezug auf die allgemeine Anordnung der neuzeitlichen Fernämter sowie auch auf den ganzen Fernverkehr hingewiesen worden.

Die Fachaufsätze über den sog. Schnellverkehr sind demgegenüber ziemlich zahlreich und dasselbe gilt auch — in eingeschränktem Maße — von dem amerikanischen „two-number"-Betrieb sowie auch von dem Nahverkehr im allgemeinen. Von dem Schrifttum-Nachweis über diese letzteren Betriebsverfahren wird hier deswegen abgesehen.

Schrifttum I.

1. F. B. Jewett, Long distance telephony in America 1911, Vortrag des Internat. Elektrotechn. Kongresses in Turin 1911.
2. E. O. Neubauer u. G. A. Rutgers, The Chicago long distance Toll Board, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 178 (1930).
3. K. Koelsch, Technische Mittel zur Vereinfachung und Beschleunigung des Fernverkehrs, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 19, S. 65 (1930).
4. K. Höpfner, Die neuere Entwicklung von Betrieb und Technik im amerikanischen Fernsprech-Weitverkehr, Europ. Fernsprechdienst 1930, H. 17, S. 148.

Digitized by Google

5. Gherardi u. Jewett, Telephone system of the United States, Bell Syst. techn. J. Bd. 9, S. 1 (1930).
6. Warren u. Parsons; The new Madrid Toll Board, Electr. Communic., April 1931.
7. M. Agrell, Call order service at the Stockholm Toll Exchange, Ericsson Rev. 1928, Nr. 1 ··· 3.

Geschichtliches.

Man kann behaupten, daß der Fernnahverkehr seit jeher teilweise nach der VMF-Betriebsweise abgewickelt wurde: In den ganz kleinen Ämtern gab es nämlich niemals besondere Melde- und Fernbeamtinnen und die Fernverbindung konnte demnach sofort ausgeführt werden, sofern die verlangte Fernleitung frei war.

Mit dem Wachsen des Fernverkehrs mußte aber die Meldearbeit von der eigentlichen Fernverbindungsarbeit bald getrennt werden: Im Wartebetrieb ist man nämlich genötigt, jedem Arbeitsplatz eine bestimmte Anzahl von Fernleitungen zur ausschließlichen Bedienung zuzuteilen. Die Fernbeamtinnen arbeiten unter diesen Umständen nicht in gemeinsamen Gruppen und können eine Aushilfe gegebenenfalls nur von den Nachbarplätzen erwarten. Ihre Arbeitsleistung ist aber dennoch verhältnismäßig hoch, u. zw. mit Rücksicht auf den Charakter des Warteverkehrs. Die Beantwortung der Meldeanrufe würde aber — mit Rücksicht auf die beträchtliche Zeit, die zur Ausfüllung des Meldezettels benötigt wird — sehr störend auf die sonst regelmäßige Abwicklung des Verkehrs an solchen Plätzen wirken. Es ist deshalb vorteilhaft, die Meldearbeit an besondere Meldebeamtinnen zu überweisen, die in gemeinsamen Gruppen arbeiten können, so daß der rufende Teilnehmer seinen Auftrag auf eine schnelle und billige Weise übermitteln kann. Für den Nahfernverkehr war aber eine solche Betriebsweise zu umständlich, und daher wurden für diesen Zweck seit Jahren besondere Verfahren verwendet. Darunter fällt z. B. die „A-B"-Arbeitsweise oder das amerikanische „two-number"-Verfahren, das etwa dem europäischen Schnellverkehr entspricht.

Aber auch die Bewegung zur Beschleunigung des übrigen Fernverkehrs hat recht früh eingesetzt: So sind die Bell-Gesellschaften in den V. S. Amerika schon um das Jahr 1910 zu der Einsicht gekommen, daß eine weitere Kürzung der Wartezeit bei den Ferngesprächen durch die Verbesserung der vorhandenen Verfahren nicht zu erreichen ist, und daß eine wirkliche Hilfe nur durch eine grundsätzliche Änderung der Betriebsweise ermöglicht werden kann, u. zw. durch Ausschalten der Meldeplätze, ebenso wie es schon früher mit dem Nahverkehr gemacht wurde. Die Bezeichnung „combined line and recording" ist auch schon ein Jahr nachher von F. B. Jewett in seinem Bericht über Long Distance Telephony in America während des Turiner Kongresses (1911) gebraucht worden.

In den V. S. Amerika selbst sind aber damals keine größeren Fortschritte in dieser Richtung gemacht worden, weil man dort gewohnt war, die verlangten Teilnehmer nur mit dem Namen und ohne Angabe der Anschlußnummer anzufordern, wodurch natürlich die Herstellung einer wartezeitlosen Verbindung bedeutend erschwert wurde. Erst nach dem Kriege sind dort die Teilnehmer planmäßig dazu geführt worden, bei der Anmeldung gleichzeitig auch die Nummer des verlangten Teilnehmers anzugeben, und die Umwandlung der Fernämter auf den CLR-Betrieb ging dann rasch vorwärts.

In Europa kam aber nach dem Kriege eine kritische Zeit mit übermäßig angewachsenem Fernverkehr, dem das Leitungsnetz nicht gewachsen war, und von einer Verkürzung der Wartezeit konnte unter solchen Umständen natürlich nicht gesprochen werden. Diese Ausnahmezustände sind jetzt überwunden, die Aufnahmefähigkeit des Fernleitungsnetzes ist unterdessen durch den Ausbau der Fernkabel bedeutend gestiegen und diese reichere Bemessung der Abflußwege ist auch durch die Einrichtung des Sofortverkehrs in verschiedenen europäischen Gebieten gut ausgenutzt worden.

Diese Verbesserung des Fernbetriebes hat aber meistens nur den Nah- oder Mittelweitverkehr berührt, und der übrige Verkehr ist bis jetzt ziemlich unverändert geblieben. Eine Ausnahme bilden nur die neuesten Fernämter in Spanien (z. B. Madrid) und die neuen Pariser Fernschränke für den „direkten Fernverkehr" zwischen Paris und einigen der wichtigsten Städte von Frankreich, wie Lille, Rouen, Le Hâvre, Nancy und Lyon, sowie auch neuerdings ein Fernamt für den sog. „demand-trunk"-Verkehr auf einigen längeren Linienzügen in England. Zwei weitere VMF-Ämter wurden ferner vor kurzer Zeit für den Nah- und Mittelweitverkehr in Italien eröffnet, u. zw. eines in Bologna und eines in Genua. Ein solches für Bukarest ist ferner im Bau begriffen.

Außer den sehr zahlreichen VMF-Ämtern der sog. Bell-Gesellschaften und den wenigen ähnlichen Einrichtungen in Europa sind noch die in den letzten Jahren eingerichteten Fernämter in Mittel- und Südamerika (Havanna, Mexico, Rio de Janeiro usw.) zu nennen, die alle für VMF-Betrieb eingerichtet wurden, obwohl die zugehörigen Fernleitungsnetze nicht als besonders reichlich bemessen gelten können.

Das vorhandene Bedürfnis für einen beschleunigten Fernverkehr.

Es ist wohl gar keine strittige Frage, daß eine rasche Herstellung der verlangten Fernverbindung für den Teilnehmer sehr wertvoll ist. Eine Wartezeit von höchstens 10 ··· 15 min ist zwar noch zulässig, aber auch schon eine solche Verzögerung wird als unangenehm und zeitraubend empfunden, weil sie den Teilnehmer während dieser Zeit festhält und sogar an der anderweitigen Benutzung des Fernsprechers behindert. Jeder geistig arbeitende Mensch und hauptsächlich der Geschäftsmann trachtet, eine angefangene Sache ohne Unterbrechung zu beendigen, damit er sich nachher der nächsten Aufgabe zuwenden kann, ohne daß seine Aufmerksamkeit durch andere Dinge abgelenkt wird.

Das Bedürfnis nach verkürzter Wartezeit ist zuerst in Amerika laut geworden, und die Bell-Gesellschaften haben auch diesem Verlangen Folge geleistet und in dieser Richtung ganz hervorragende Ergebnisse erzielt. Während die durchschnittliche Wartezeit für Nah- und Mittelweitverkehr (toll) bei diesen Betriebsgesellschaften im Jahre 1920 noch 7 min war, ist sie im Jahre 1928 schon auf 1,3 min heruntergegangen, wobei die Teilnehmer bei 95 % der hergestellten Verbindungen den Hörer am Ohr behalten konnten. Für den Weitverkehr (long distance) war die durchschnittliche Wartezeit 1925 noch 6,9 min, 3 Jahre nachher nur 2,8 min. Dabei ist aber noch zu berücksichtigen, daß die in Amerika sehr beliebten Gespräche mit einer bestimmten Person diese Ziffer ungünstig beeinflussen (siehe Nr. 5 unter Schrifttum I).

Für die europäischen Verhältnisse ist in dieser Hinsicht die Empfehlung des CCI-Ausschusses von 1930 bezeichnend, nach welcher die Wartezeit für die Auslandsverbindungen unter 500 km Länge — beim Durchschnittsverkehr und in den Hauptverkehrstunden — eine halbe Stunde nicht übersteigen soll. Für Entfernungen über 500 km soll eine Stunde als Höchstverzögerung gelten.

Diese hohen Wartezeiten im Auslandsverkehr entsprechen leider noch teilweise den tatsächlichen Verhältnissen, wie es auch aus den amtlichen Angaben für 1929 zu ersehen ist[1]. Solche Ziffern geben aber dennoch kein richtiges Bild der europäischen Verkehrszustände, weil sie eben nur für besondere Fälle gelten und als größte Verzögerungen für sehr lange Leitungen zu betrachten sind. Einige Verwaltungen haben gerade auf dem Gebiete der Kürzung der Wartezeit mit sehr gutem Erfolge gearbeitet.

In der Schweiz werden z. B. alle Verbindungen bis zu 30 km sofort hergestellt, in der Zone bis zu 50 km ist eine Wartezeit von 5 min während der Hauptverkehrstunden zugelassen, für Entfernungen von 50 ··· 400 km ist sie höchstens 8 min, und 15 min Verzögerung soll nur als ein Ausnahmefall betrachtet werden[2].

Das Bedürfnis für den wartezeitlosen Weit- und Nahfernverkehr liegt jedenfalls vor, und es bleibt nur die Frage offen, ob eine solche Verkehrsverbesserung möglich ist, ohne daß dadurch die Herstellungskosten einer solchen Verbindung unverhältnismäßig hoch werden. In dieser Hinsicht sind auch gewisse Befürchtungen in der europäischen Fachliteratur laut geworden, und man ist teilweise auch zu der Ansicht gekommen, daß z. B. der Schnellverkehr für längere Fernleitungen im allgemeinen zu kostspielig wäre.

Man nimmt auch oft an, daß der amerikanische Teilnehmer eine schnellere Bedienung entsprechend höher bezahlen muß, wogegen der europäische Teilnehmer den Vorteil der billigeren Gesprächsgebühren hat. Es wird auch behauptet, daß eben in Europa diese längere Wartezeit nicht so nachteilig empfunden wird, weil immer die Möglichkeit vorhanden ist — wenigstens auf dem Festland — durch Anmeldung eines dringenden Gespräches eine Verbindung ohne Wartezeit zu erhalten. Diese Streitfrage ist eigentlich unentschieden geblieben. Es ist aber von der anderen Seite entgegengehalten worden, daß die Verdreifachung oder Verdoppelung eines Gesprächstarifs als Vorzugsgebühr durch keine Selbstkostenberechnung begründet ist, daß diese Maßnahme vielmehr nur eine Übervorteilung des Publikums darstellt und eigentlich nur als

[1] C. Frachebourg, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1931, H. 1.
[2] A. Moeckli, J. télégr. 1930, H. 1.

Digitized by Google

eine Prämie für unausgeführte Pflichten angesehen werden kann.

Trotz dieser betriebstechnischen Streitfragen sieht man aber in den letzten Jahren einen erfreulichen Fortschritt in der Verkürzung der Wartezeit in allen Fernleitungsnetzen, und diese unaufhaltsame Bewegung entspricht jedenfalls nur dem allgemeinen Bedürfnis. Daß aber z. Z. die Ergebnisse teilweise noch nicht zufriedenstellen können, ist wohl nur auf die zur Verfügung stehenden ungenügenden technischen und geldlichen Mittel zurückzuführen.

Die Frage der Gesamtkosten einer Sofortverbindung im Vergleich mit einer Warteverbindung wird hier weiter mit Rücksicht auf ihre Wichtigkeit besonders behandelt (siehe Abschn. C 3).

A. Beschreibung und Merkmale der VMF-Ämter.

1. Verschiedene Arten der VMF-Ämter.

In stark überlasteten Fernleitungsnetzen — wie sie noch vor einigen Jahren in Europa vorhanden waren — konnte natürlich die Errichtung eines VMF-Verkehres nicht in Frage kommen. In solchen Netzen werden nämlich die Verzögerungen in der HVSt so groß, daß sie auch auf die Mittagspause übergreifen. Daraufhin setzt aber wieder ein starker Nachmittagsverkehr ein, so daß in der Regel eine längere oder kürzere Wartezeit während der ganzen Tageszeit eingeschaltet werden muß.

Bei einer solchen allgemeinen Überlastung kann demnach auch außerhalb der HVSt von einem Sofortbetrieb keine Rede sein, und für den VMF-Verkehr verbleiben daher die mittelstark belasteten Netze, wie sie in Europa z. Z. vorherrschen, und die leicht belasteten, die in Amerika zur Verfügung stehen.

In den mittelstark belasteten Netzen können wartezeitlose Fernverbindungen meistens nur außerhalb der HVSt hergestellt werden, wogegen in den leicht belasteten Netzen die Sofortverbindungen auch während der stark besetzten Vormittagstunden möglich sind, besonders wenn es sich um stärkere Leitungsbündel handelt. Ausnahmen bilden in beiden Fällen aber z. T. die zwischenstaatlichen und die langen Einzel-Fernleitungen, wie im weiteren ausführlicher besprochen wird (siehe Abschn. B 2).

Es ist nun klar, daß die Organisation eines VMF-Amtes je nach der verfügbaren Netzart verschieden sein muß, und man unterscheidet demnach ein amerikanisches VMF-Amtsystem — für leicht belastete Fernleitungsnetze — und ein europäisches VMF-System, welches den mittelstark belasteten Netzen angepaßt ist. Außer dieser Unterteilung der VMF-Ämter, die durch die Belastung der zugehörigen Fernleitungsnetze gegeben ist, kann aber noch eine andere Unterscheidung platzgreifen, und zwar je nachdem die VMF-Beamtinnen Zugang zu allen eingeführten Fernleitungen haben (eine Ausnahme bilden wieder die zwischenstaatlichen und die langen Einzelleitungen) oder aber, ob sie Zugang nur zu einigen solchen Leitungen haben, die ihnen zur ausschließlichen Bedienung zugewiesen werden, in derselben Weise wie in den alten Fernämtern für den gesonderten MF-Verkehr.

Das erstere Verfahren wird bei den VMF-Ämtern verwendet, und zwar in der ursprünglichen amerikanischen sowie auch in der abgeänderten europäischen Form — die zweite Anordnung liegt aber dem bekannten „Stockholmer System“ zugrunde.

Durch diese volle oder teilweise Zugänglichkeit der Fernleitungen ist aber auch schon ein anderes wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen diesen zwei Hauptformen der VMF-Ämter gegeben, und zwar durch die Art der Zuweisung der Teilnehmeranrufe an die einzelnen Beamtinnen; in dem VMF-System in engerem Sinne wird der rufende Teilnehmer mit Hilfe der Wählscheibe oder der Ortsbeamtin direkt mit einer VMF-Beamtin verbunden, die zu einer gemeinsamen Gruppe gehört; in dem Stockholmer System müssen dagegen Verteilerbeamtinnen zwischengeschaltet werden, die die einzelnen Teilnehmeranrufe je nach der verlangten Richtung an einen bestimmten VMF-Platz überweisen, an welchem die verlangte Fernleitung auf Anruf liegt.

Das Stockholmer System schaltet aber ebenfalls die Meldebeamtinnen aus und ist demnach ein VMF-System. Es behält hingegen alle Fernplätze, die nunmehr auch die zugehörige Meldearbeit zu verrichten haben, und braucht außerdem noch Verteilerbeamtinnen.

Die zusätzlichen Beamtinnen des Stockholmer Systems, die ebenfalls den rufenden Teilnehmer abfragen müssen, werden natürlich als ein Nachteil des Systems betrachtet, und zwar besonders mit Rücksicht auf die allgemeine Tendenz der Fernverkehrstechnik, welche als Zukunftsziel nur eine Beamtin für die Herstellung der Fernverbindung als wünschenswert betrachtet.

Es wird diesem System auch zum Vorwurf gemacht, daß darin nur eine Fernbeamtin den Auftrag des Teilnehmers entgegennehmen kann, obwohl gegebenenfalls die beiden Nachbarbeamtinnen aushelfen können. Bei einem solchen kleinen Arbeitsteam werden nämlich die Antwortzeiten zu lang, falls die Belastung der einzelnen Plätze nicht stark vermindert wird. Dem kann nun zum Teil abgeholfen werden, indem man diesen VMF-Beamtinnen während der HVSt je eine besondere Meldebeamtin zuteilt. Die Verhältnisse gestalten sich aber dadurch nicht wirtschaftlicher, und das ist wohl auch der Hauptgrund, warum dieses interessante System bis jetzt außerhalb des Ursprungslandes nicht verwendet wurde.

Eine Beschreibung des Stockholmer Systems ist in der Ericsson-Rev. 1928, H. 1 ··· 3 enthalten, und es ist deshalb nicht weiter nötig, sich mit dieser VMF-Abart zu befassen. In weiteren Ausführungen wird demnach als ein VMF-Amt immer nur ein solches betrachtet, in welchem die VMF-Beamtinnen Zugang zu allen Fernleitungen haben.

Eine besondere Klasse bilden schließlich solche Ämter, in welchen ein Teil des Verkehrs in der alten Weise über besondere Meldeplätze geleitet, ein anderer Teil der Verbindungen dagegen ohne Wartezeit ausgeführt wird. Diese Art der Fernämter ist z. Z. in Europa ziemlich viel verbreitet. Dabei wird entweder nur der Nah- und Mittelweitverkehr wartezeitlos abgewickelt — wie z. B. der sog. Schnellverkehr im Reichspostgebiet und der Verkehr zwischen den wichtigsten Städten in Belgien und Holland — oder der Sofortverkehr wird sogar auf den Weitverkehr ausgedehnt, wie in Frankreich und England.

Für einen derartigen Schnellverkehr kommen aber z. Z. in der Regel nur Linienzüge mit verhältnismäßig großem Verkehr in Betracht, weil die Leitungen solcher Bündel sehr leistungsfähig sind. In diesen Fällen ist es nämlich leicht, eine genügende Anzahl von Leitungswegen vorzusehen, und der Verkehr kann deshalb auch während der HVSt ohne Wartezeit abgewickelt werden. Dies trifft, nebenbei bemerkt, besonders dann zu, wenn neue Fernkabel mit einer genügenden Anzahl von Vorratsadern gelegt wurden.

In solchen Fernämtern muß der rufende Teilnehmer natürlich verschiedene Ziffern drehen, je nachdem er über eine Schnellverkehrsleitung oder über eine solche mit Wartezeit sprechen will, und die ganze Anordnung der Fernschränke ist dementsprechend verschieden. Diese Fernämter können jedenfalls als solche mit „teilweisem MF-Verkehr“ bezeichnet werden. Hier werden sie weiter mit Rücksicht auf die zahlreich vorhandenen Schriftstellen nicht weiter berührt.

Es kommen demnach zusammen fünf verschiedene Handbetriebs-Fernämter in Betracht — wenn man von den SA.-Fernsystemen absieht, und zwar:

1. alte Fernämter „mit gesondertem MF-Betrieb“,
2. neuere Fernämter „mit teilweisem MF-Betrieb“,
3. VMF-Ämter der amerikanischen Abart,
4. VMF-Ämter der europäischen Abart,
5. Stockholmer VMF-Ämter.

Im folgenden werden, wie schon erwähnt, nur die unter 3. und 4. angeführten Fernämter berücksichtigt.

2. Verschiedene Arten von Arbeitsplätzen in VMF-Ämtern.

a) Jedes normal ausgebaute VMF-Amt der amerikanischen Abart enthält in der Regel folgende Arbeitsplätze (vgl. Abb. 1):

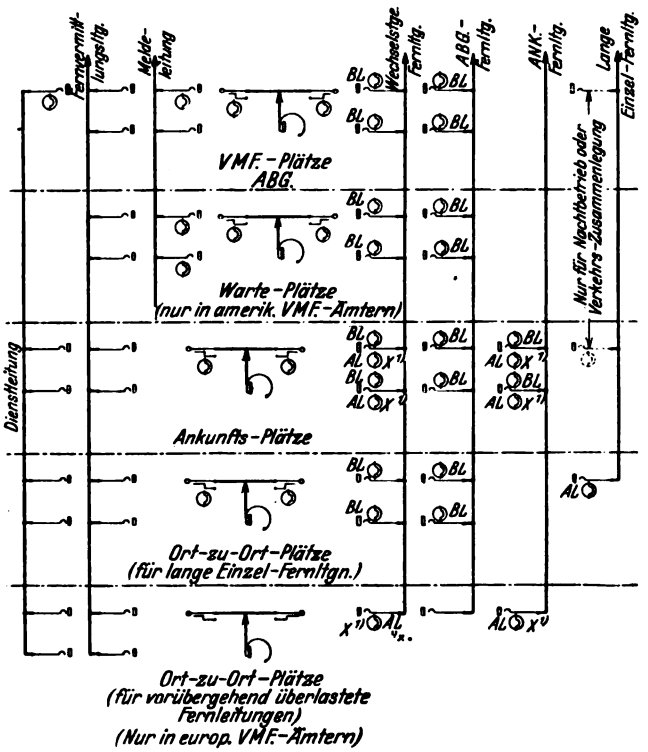
1. VMF-Plätze, wo alle Meldeanrufe unterschiedlos einlaufen und gleich so weit als möglich erledigt werden. Nur solche Verbindungen, die nicht sofort oder nach einer kurzen Wartezeit zur Erledigung kommen, oder Verbindungen mit langen Einzel-Fernleitungen werden an die „Warteplätze“ oder an andere besondere „Ort-zu-Ort“-Beamtinnen überwiesen.

Die VMF-Arbeitsplätze dienen demnach nur für den wartezeitlosen Abgangsverkehr, wobei auch die einfacheren über ein Durchgangsamt gehenden Verbindungen mithergestellt werden. Die VMF-Beamtinnen trachten sonst auch solche Verbindungen herzustellen, die beim ersten Versuch aus irgendeinem Grunde nicht sofort zustande gekommen sind (Besetztfälle usw.). Diese Beamtinnen, die eine gemeinsame Gruppe bilden, müssen Zugang zu allen Fernleitungen haben, eine Ausnahme bilden nur solche Leitungen, die ausschließlich für den ankommenden Verkehr dienen, ferner auch ein Teil der zwischenstaatlichen Leitungen und zeitweise auch sehr lange und kostspielige Einzel-Fernleitungen, die sich für den Sofortverkehr nicht jederzeit gut eignen.

Digitized by Google

2. Ankunftsplätze dienen zur Abwicklung des ankommenden End- und Durchgangsverkehrs und bilden in großen VMF-Ämtern ebenfalls eine gemeinsame Gruppe. An diesen Arbeitsplätzen liegen alle jene Fernleitungen auf Anruf, die nur in ankommender Richtung betrieben werden, außerdem aber auch alle wechselseitigen Leitungen, die auch den VMF-Plätzen zugänglich sind. Ausgenommen werden wieder die zwischenstaatlichen und die kostspieligen Einzel-Fernleitungen. In kleineren VMF-Ämtern können aber die Ankunftsplätze in vorteilhafter Weise mit den Abgangsplätzen (VMF) vereinigt werden, weil auf diese Weise größere und demnach auch leistungsfähigere Beamtinnengruppen erreicht werden.

3. Warteplätze („delay" oder „non-method", manchmal fälschlich auch „point-to-point") kommen im allgemeinen nur in der amerikanischen Abart der VMF-Ämter zur Anwendung. An diese Arbeitsplätze werden von den VMF-Beamtinnen solche Gesprächszettel überwiesen, die wegen mehrmaligen Besetztseins oder wegen Abwesenheit des verlangten Teilnehmers nicht erledigt werden konnten. Außerdem werden hier auch alle anderen schwierigen Verbindungen abgefertigt, wie z. B. ein Teil der Gespräche mit einer bestimmten Person usw. — jedoch nur in Ausnahmefällen Verbindungen, die wegen Besetztseins einer Fernleitung nicht sofort hergestellt werden können. In Amerika werden diese Plätze besonders wegen der großen Anzahl der Gespräche mit einer bestimmten Person — die oft schwer zu finden ist — gebraucht. Deshalb sind auch den Wartebeamtinnen dieselben Fernleitungen zugänglich wie den VMF-Beamtinnen.



X Abschnitt- bzw. Anschaltvorrichtung zwecks Umlegung an Ort-zu-Ort-Plätze *AL* Anruflampen *BL* Besetztsignale

(In kleinen VMF-Ämtern können die VMF (ABG)- und die ANK-Plätze vereinigt werden und die Ort-zu-Ort-Plätze GF entfallen.)

Abb. 1. Leitungsanordnung in VMF-Ämtern.

4. Ort-zu-Ort-Plätze („point-to-point" oder „utility"). An diese Arbeitsplätze werden lange Einzel-Fernleitungen oder zwischenstaatliche und sonstige kostspielige Leitungen gelegt und den betreffenden Beamtinnen zur ausschließlichen Verfügung gestellt. Fernleitungen, die an solchen Plätzen angeschlossen sind, werden wechselseitig betrieben. Die ausgefüllten Gesprächszettel werden von den VMF-Plätzen hierher überwiesen und in derselben Reihenfolge erledigt, in welcher sie ausgefüllt wurden, gegebenenfals mit Vorrang — je nach den bestehenden Betriebsregeln.

Die Ort-zu-Ort-Plätze selbst stimmen demnach vollständig mit den Fernplätzen der alten Ämter für „gesonderten MF-Verkehr" überein. Sie können aber gegebenenfalls in kleinen Ämtern, an welche keine langen Einzel-Fernleitungen angeschlossen sind, überhaupt ausfallen.

5. Durchgangsplätze haben in den VMF-Ämtern dieselbe Form wie in Ämtern für gesonderten MF-Verkehr. In den kleineren und mittleren Ämtern der niedersten Ordnung sind sie in der Regel nicht notwendig, weil dort die Fernschränke mit Fernleitungs-Vielfachklinken ausgerüstet sind und keine Schnurverstärker eingeschaltet werden brauchen.

Für große VMF-Ämter können aber solche Plätze vorgesehen werden; die Zusammenschaltung von zwei Fernleitungen für Durchgangsverbindungen kann auch oft vorteilhaft mit Hilfe von Wählern bewerkstelligt werden. In ähnlicher Weise werden im Bedarfsfalle Schnurverstärker eingeschaltet, falls nicht Endverstärker mit abschaltbaren künstlichen Verlängerungsleitungen vorgezogen werden.

b) Ein VMF-Amt der europäischen Art erhält VMF-, Ankunfts- und Ort-zu-Ort-Plätze in derselben Ausführung wie ein amerikanisches VMF-Amt und im Bedarfsfalle auch Durchgangs- bzw. Schnurverstärkerplätze wie beim gesonderten MF-Verkehr. Dagegen entfallen aber in der Regel die Warteplätze, und die einzelnen Fernleitungen müssen so ausgerüstet werden, daß sie leicht und ohne Betriebsunterbrechungen von den VMF- und Ankunftsplätzen zur ausschließlichen Bedienung auf die Ort-zu-Ort-Plätze umgeschaltet werden können. Diese Umschaltung erfolgt je nach dem Verkehrsumfang nur für solche Fernleitungsbündel, die während der HVSt überlastet sind; die übrigen Leitungen bleiben den VMF- und den Ankunftsbeamtinnen zugänglich. Durch diese Anordnung wird die Anzahl der Ort-zu-Ort-Plätze in den europäischen VMF-Ämtern im Vergleich zu jenen der amerikanischen Abart erhöht. Damit die VMF-Plätze jederzeit über die Zuweisung der einzelnen Fernleitungsgruppen unterrichtet sind, werden in großen Ämtern gemeinsame Lichtsignale vorgesehen (s. a. Abschn. A 6).

Der Vororts- bzw. Nahverkehr. Wenn solche Verbindungen mit Hilfe von Selbstwahl hergestellt werden, so kommen für das VMF-Amt nur die Weitverkehrsverbindungen in Betracht. Solche Anrufe werden aber von den VMF- bzw. von den ankommenden Beamtinnen in derselben Weise erledigt wie im Endverkehr. Die Organisation eines VMF-Amtes wird unter solchen Umständen weiter nicht berührt.

Sofern dieser Vororts- und Nahverkehr handamtlich abgewickelt werden soll, können die notwendigen Leitungen, wenn sie nicht zu zahlreich sind, in derselben Weise wie die Fernleitungen an das gemeinsame VMF-Amt angeschlossen werden. Sobald aber ihre Anzahl zu groß wird — z. B. in den Vorortsbezirken der Hauptstädte — wird dieser Verkehr mit Vorteil von dem übrigen Fernamtsverkehr getrennt, wobei aber die Betriebsweise nicht geändert wird. In diesem Falle werden demnach besondere VMF- sowie Ankunfts- und gegebenenfalls auch Durchgangsplätze für die Vorortsleitungen vorgesehen, und es erübrigen sich in der Regel nur die Schnurverstärkerplätze.

Im Vorortsverkehr können meistens die Ort-zu-Ort-Plätze entfallen, weil die betreffenden kurzen Nah-Fernleitungen, die außerdem als Zubringerleitungen für den Weitverkehr dienen, in genügender Anzahl vorgesehen werden müssen, damit der Verkehr auch in den HVSt wartezeitlos abgewickelt werden kann (s. B 2).

Universal-VMF-Plätze. Bei den kleineren VMF-Ämtern, die mit Fern- und Meldeleitungs-Vielfachklinken ausgerüstet sind, empfiehlt es sich, alle Arbeitsplätze gleichmäßig auszurüsten, weil die Zukunftsentwicklung des Fernverkehrs oft nicht ganz klar überblickt werden kann. Zu diesem Zwecke ist es nun notwendig, die Melde-, Fern- bzw. Fernvermittlungsleitungen und Schnurverbindungspaare an allen Arbeitsplätzen in derselben Anzahl und Art vorzusehen und außerdem die einzelnen Vielfach-Anruflampen durch besondere Tasten abschaltbar zu machen. Auf diese Weise können bestimmte Fernleitungen jederzeit — gegebenenfalls auch nur für einige Tagesstunden — von den gemeinsamen VMF-Abgangs- und Ankunftsplätzen abgetrennt und besonderen Ort-zu-Ort-Beamtinnen zur ausschließlichen Bedienung überwiesen werden, und es kann auch nach Bedarf die Vielfachschaltung der Meldeanruflampen auf bestimmte Arbeitsplätze begrenzt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Die neue Maschinenschaltanlage des städtischen Elektrizitätswerkes Würzburg.

Von Karl Meister, Würzburg.

Übersicht. Mit dem Bau der neuen Maschinenschaltanlage wurde die Betriebsicherheit und Betriebstüchtigkeit des Werkes Wallgasse in Würzburg auf eine sichere Grundlage gestellt. Als Gleichstrom-, Spitzen- und Reservewerk genügt die neuzeitlich ausgebaute Anlage höchsten Anforderungen. Die gestellte Aufgabe wurde unter Berücksichtigung der gegebenen baulichen Verhältnisse technisch einwandfrei gelöst und die Richtigkeit der Lösung durch die bisher gesammelten Erfahrungen bestätigt.

Die fortschreitende Steigerung des Stromverbrauchs nach dem Kriege hat auch das Elektrizitätswerk Würzburg gezwungen, seine Betriebsanlagen entsprechend umzubauen bzw. zu erweitern. Im Jahre 1924 wurde im Werk Wallgasse mit der Umstellung des im Jahre 1898/99 errichteten Dampfkraftwerkes in ein Diesel- und Umformerwerk begonnen. Da die in der Umbauzeit teilweise behelfsmäßig errichtete Schaltanlage nicht dem unbedingt erforderlichen Sicherheitsgrad entsprach, wurde als Abschluß der Um- und Erweiterungsbauten im Jahre 1930/31 die Erneuerung der Maschinenschaltanlage durchgeführt.

Grundsätze bei der Errichtung der neuen Schaltanlage.

Die neue Maschinenschaltanlage sollte zur Erzielung höchster Betriebsicherheit allen neuzeitlichen technischen Forderungen vollauf genügen. Die gesamte Anlage war Mitte 1930 nach eigenen Entwürfen völlig durchgearbeitet und ausführungsreif, so daß Ende 1930 mit der Ausführung begonnen werden konnte. Aus verschiedenen Überlegungen heraus war vorweg die Festlegung getroffen, daß sämtliche Facharbeiten von werkseigenem Personal ausgeführt würden. Einerseits konnten etwa notwendig werdende Entlassungen vermieden werden und anderseits kam dem Elektrizitätswerk das Vertrautsein des Personals mit den Betriebs- und Ortsverhältnissen sehr zu statten. Der letzte Punkt ist gerade bei einem Umbau unter Aufrechterhaltung des Betriebes besonders wichtig.

Baulicher Teil.

Die Anlage wurde in dem hinter dem Maschinenhaus gelegenen früheren Lichtbatterieraum untergebracht, da hierbei die baulichen Änderungen gering waren und trotzdem alle Forderungen, die an eine neuzeitliche Betriebsanlage hinsichtlich Betriebsicherheit, Übersichtlichkeit und einfacher Bedienung gestellt werden, vollauf erfüllt werden konnten. Die Abschlußwand gegen das Maschinenhaus wurde zum Teil herausgebrochen und zwei kräftige, auf 3 Säulen ruhende Profileisenträger eingezogen. Nach dem Maschinenhaus zu (Abb. 1) wird die Schaltwarte durch Doppelfenster (Geräuschdämpfung) abgeschlossen, die sowohl den Schaltwärtern ein freies Blickfeld gewähren als auch reichlich Tageslicht in den freien Raum fluten lassen (Abb. 2). Vor dem Glasabschluß im Maschinenhaus wurde ein Podest zur Aufstellung von regelbaren Speisepunkt-Widerständen errichtet. Auf den Boden des alten Batterieraumes wurde ein Blindboden von 30 cm Höhe aufgebracht und so der Platz für die Kabelkanäle gewonnen. Der Höhenunterschied zwischen Schaltwarte und Maschinenhausflur beträgt 1,70 m und wird durch Treppen zu beiden Seiten der Warte überwunden (vgl. Abb. 3). Durch Umstellung der Gleichrichter und des Ausgleichmaschinensatzes wurde im Maschinenhaus ein größerer freier Platz

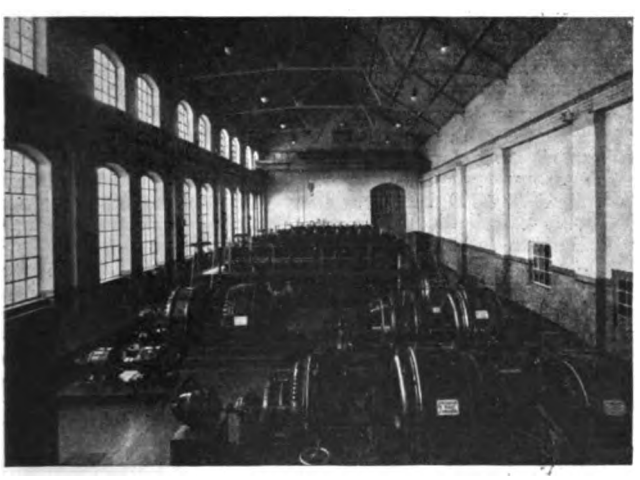


Abb. 1. Blick von der Warte nach dem Maschinenhaus.

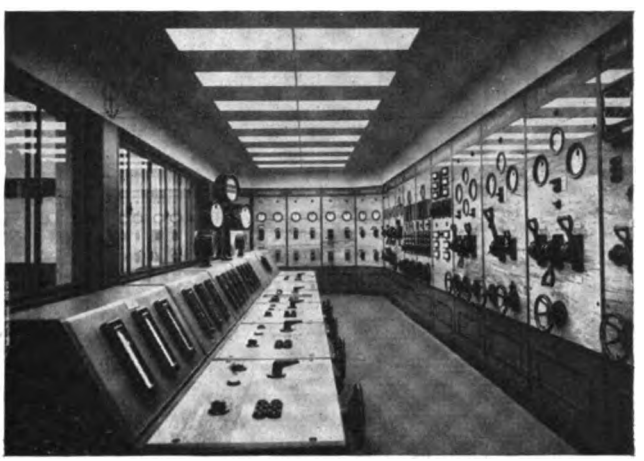


Abb. 2. Schaltwarte (von Osten gesehen).

geschaffen, der in Verbindung mit den Treppenaufgängen und dem Widerstandspodest einen angenehm wirkenden Übergang vom Maschinenhaus zur Schaltwarte vermittelt. Den rückseitigen Abschluß der Warte bildet eine Gipsdielenwand, die den als Elektrikerwerkstatt und Betriebslager eingerichteten hinteren Raum abgrenzt. Der Raum vor der Schalttafel wurde durch Einbau von Blechverkleidungen und verschiedenen Türen möglichst in Anlehnung an die Schalttafelformen auf eine sehr gute Gesamtwirkung abgestimmt. Die Decke vor der Schalttafel erforderte eine Umgestaltung, da mehrere eiserne Unterzüge unsichtbar gemacht werden mußten. Mit dieser Aufgabe wurde gleichzeitig die Frage der künstlichen Beleuchtung gelöst. Unterhalb der Träger wurde eine Decke eingezogen, die in 26 gleich große rechteckige Felder eingeteilt wurde. Von diesen Feldern sind 13 mit Opalglas abgedeckt und dienen zur Aufnahme der Glühlampen.

Elektrischer Teil.

Eine grundsätzliche Unterscheidung ist dadurch getroffen, daß Gleichstrom-Schalttafeln und Drehstrom-Schaltpulte voneinander getrennt sind. Zwischen Schalttafeln und Schaltpulten befindet sich ein Bedienungsgang von 1,55 m Breite, wobei die Bedienungseiten einander zugekehrt sind. Reihenfolge und Grundriß von Tafeln und Pulten sind nach eingehenden Untersuchungen so gewählt, daß sie den betrieblichen Anforderungen weitgehend entsprechen.

Das Schaltgerüst wurde aus einer sehr kräftigen, mehrfach verankerten Eisenkonstruktion erstellt. Die Konstruktion der Schaltpulte ist entsprechend ihrem Charakter für die Aufnahme der Meß- und Steuerapparate wesentlich leichter gehalten. Als Material für Tafeln und Pultplatten wurde Marmor „bleu moderne“ verwendet, der infolge der geringeren Härte leicht zu bearbeiten ist und trotzdem eine gute Isolierfestigkeit aufweist. Der Aufwand an Instrumenten und Apparaten wurde auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt und dadurch eine erhöhte Übersichtlichkeit gewonnen.

Digitized by Google

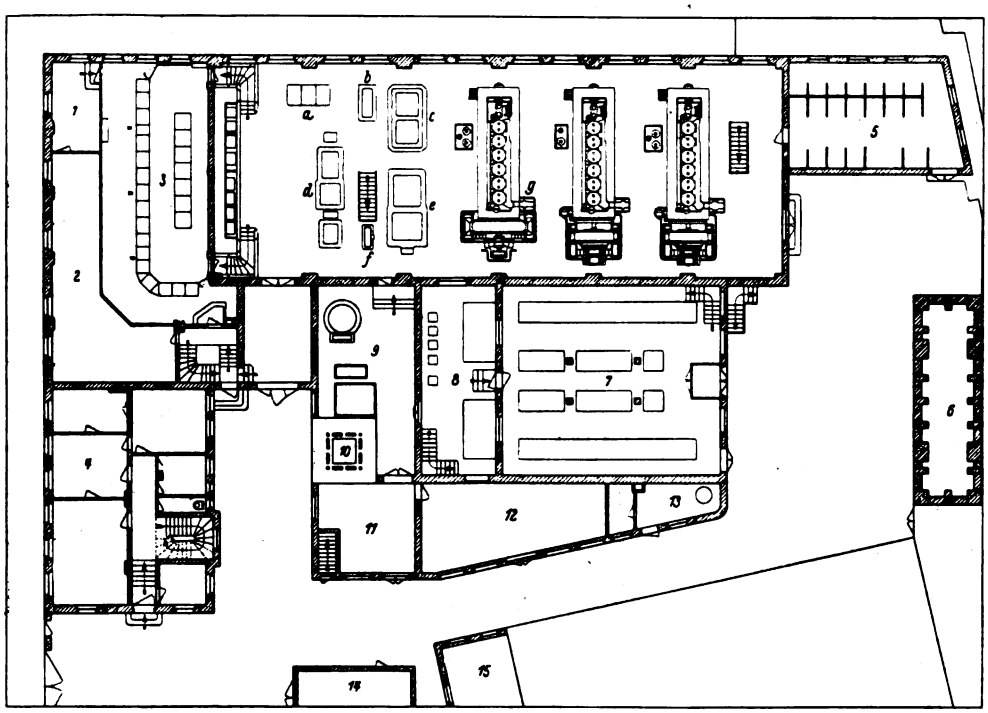
Schaltbild und Betriebsmittel. — Wie aus dem Übersichtschaltbild (Abb. 4) ersichtlich ist, arbeiten sämtliche Umformer gleichstromseitig auf die in der Warte verlegte gemeinsame Sammelschiene, ebenso Dieselgenerator II. Dieselgenerator III speist direkt auf die Hauptsammelschiene in der Gleichstromverteilung. Auf diese Hauptsammelschiene arbeitet ferner noch die Lichtbatterie (6048 Ah); ebenso wird die Umformersammelschiene über besondere Kupplungs-Selbstschalter zugeführt.

In der mit örtlich getrennter Polarität erstellten Gleichstromverteilung gehen von einer Verteilungschiene über handbetätigte einpolige Selbstschalter die Speisekabel nach den einzelnen Speisepunkten in der Stadt ab. Hier sei noch besonders auf die Notsammelschiene hingewiesen, die direkt von der Batterie versorgt wird und die nur lebenswichtige Betriebe wie Reichsbahn, Reichspost, Wasserwerk u. dgl. speist. Dieselgenerator II und III (je 870 kW) sind für Eigenerregung und Fremderregung aus der Lichtbatterie ausgerüstet, um bei Vorkommen großer Störungen das Wiederanfahren des Gleichstromnetzes mit voller Erregung zu unterstützen. Die Umformer von Brown, Boveri & Cie. (800 kW) und von den Siemens-Schuckertwerken (870 kW) besitzen angebaute Erregermaschine bzw. Erregerumformer für den Betrieb mit dem auf beide Umformer wahlweise umschaltbaren BBC-Schnellregler. Der BBC-Umformer und einer vom Sachsenwerk (310 kW) dienen neben der Stromumformung auch der Ladung der beiden Batteriehälften. Außer den Umschaltern für Sammelschienen- bzw. Ladebetrieb befindet sich hinter der Schalttafel eine besondere Umschalteinrichtung, die ein wahlweises Laden der Batteriehälften von beiden Umformern aus gestattet und bei Betriebschäden an einem der Ladeumformer sehr vorteilhaft ist. Die Spannungsteilung für das Gleichstromnetz wird für gewöhnlich durch einen Ausgleichsatz vorgenommen. Außerdem steht für diesen Zweck noch der Nulleiter der Lichtbatterie zur Verfügung, und in ganz besonderen Fällen ist der mit einem Spannungsteiler versehene BBC-Gleichstromgenerator verwendbar. Letztere Betriebsform wird jedoch mit Rücksicht auf ihre Starrheit hinsichtlich der Spannungsregelung in den Netzhälften fast kaum angewandt.

Auf 3 Schalttafelfeldern sind die Meßgeräte, Betätigungschalter und Steuergeräte für Batterieladung, Entladung und Speisepunktsmessung verteilt. Von den insgesamt 17 Schalttafelfeldern sind also zehn für den allgemeinen Licht- und Kraftbetrieb belegt, während 7 Felder der Bahnstromerzeugung und -verteilung dienen.

Die Gleichstrom-Selbstschalter der Umformer, des Dieselgenerators II und der Ausgleichmaschinen werden von Hand betätigt. Sämtliche Batterieschalter, die Kupplungschalter und die von Dieselgenerator III werden durch Betätigungschalter ferngesteuert.

Auf der Drehstromseite sind 7 Schaltpulte aufgestellt, von denen drei für die Umformer, eins für den Dieselgenerator I, eins für das vom Umspannwerk Prymstraße[1] kommende Zuleitungskabel und zwei für geplante Erweiterungen dienen. Das Schaltpult für das Zuleitungskabel enthält noch den Wirk- und Blindleistungsempfänger der im Umspannwerk eingebauten Fernmeßanlage, deren Meßwerte durch Kabel übertragen werden. Das Personal kann dadurch dauernd die Belastung des Drehstromnetzes überwachen und die hinsichtlich Spitzendeckung und Blindleistung erforderlichen Maßnahmen rechtzeitig treffen. Dieselgenerator I (700 kW, 6300 V) dient neben der Spitzendeckung in erster Linie als Reserve für die direkte Hochspannungsversorgung lebenswichtiger Betriebe (Reichsbahn, Gaswerk, Pumpwerk) bei Störungen in der Überlandversorgung.



1 Elektrische Werkstatt
2 Betriebslager
3 Schaltwarte
4 Werkmeisterzimmer
5 Hochspannungsraum
6 Kamin-Wasserkühler
7 Lichtbatterie
8 Doppelzellenschalter
9 Kühlwasser-Enthärtungsanlage
10 Kamin
11 Schmiede
12 Schlosserei und Dreherei
13 elektr. H_2O-Destill.-Anlage
14 Autohalle
15 Wohlfahrtsgebäude

a Gleichrichter I ··· III
b Ausgleichmaschine
c SW-Umformer
d Bahngenerator und BBC-Umformer
e SSW-Umformer
f Erregerumformer
g Dieselgeneratoren

Abb. 3. Werk Wallgasse, Grundriß des Erdgeschosses.

Die Ölschalter werden durch Schaltmagnet- bzw. Schaltmotorantriebe von der Warte aus gesteuert.

Bei einer Maschinenhaus-Grundfläche von $35 \cdot 13$ m = 455 m² beträgt die spezifische Ausnutzung je 1 m² Grundfläche rd. 10 kW ohne Erregermaschinen und Ausgleichsatz. Beim ersten Ausbau als Dampfkraftwerk in den Jahren 1898/1899 betrug die spezifische Ausnutzung 2,2 kW/m². Durch diese Zahlen ist das Werk als hochwertiges Spitzen-, Reserve- und Umformerwerk gekennzeichnet. Bei den Dieselmaschinen ist die stete Betriebsbereitschaft besonders hervorzuheben.

Meß- und Schaltgeräte. — Besonderer Wert wurde auf eine durchaus kräftige Ausbildung aller Meß- und Schaltgeräte gelegt, die ausnahmslos versenkt eingebaut sind. Für die Synchronisierung ist auf den Schaltpulten eine drehbare Synchronisiersäule mit Doppelvoltmeter, Nullvoltmeter, Doppelfrequenzmesser und Phasenlampe montiert.

Sammelschienen. — Die Umformersammelschienen, die aus je 4 Flachkupferschienen $100 \cdot 10$ mm je Pol bestehen, wurden oberhalb des Schalttafelgerüstes in massiven Marmorreitern gelagert. Ihre Ableitung nach der unter der Warte befindlichen Gleichstromverteilung erfolgt durch kräftige Deckendurchführungen. Hinter der Schalttafel sind längs der Abschlußwand die Ladeschienen der Lichtbatterie verlegt.

Anlasser. — Die Anlasser für die Umformer sind im Maschinenhauskeller aufgestellt und werden durch Antriebsäulen von Hand gesteuert.

[1] Vgl. BBC-Nachr. Bd. 18, S. 77 (1931).

Digitized by Google

Maschinenregler. — Alle Nebenschluß- und Hauptstromregler sind in der Gleichstromverteilung unter der Warte an einer Längswand aufgestellt und werden durch Kettenantriebe von der Schaltwarte aus betätigt.

Schnellregler. — Um eine möglichst gleichmäßige Spannungshaltung zu erzielen, wurde ein BBC-Schnellregler eingebaut, der wahlweise für die beiden Hauptumformer benutzt werden kann. Durch den Schnellregler wird einerseits die Sammelschienenspannung auf einen jeweils einstellbaren Wert konstant geregelt, anderseits kann durch Stöpselumschalter von verschiedenen Richtspeisepunkten die Speisepunktspannung zur Konstanthaltung an das Spannungsystem des Schnellreglers herangeführt werden.

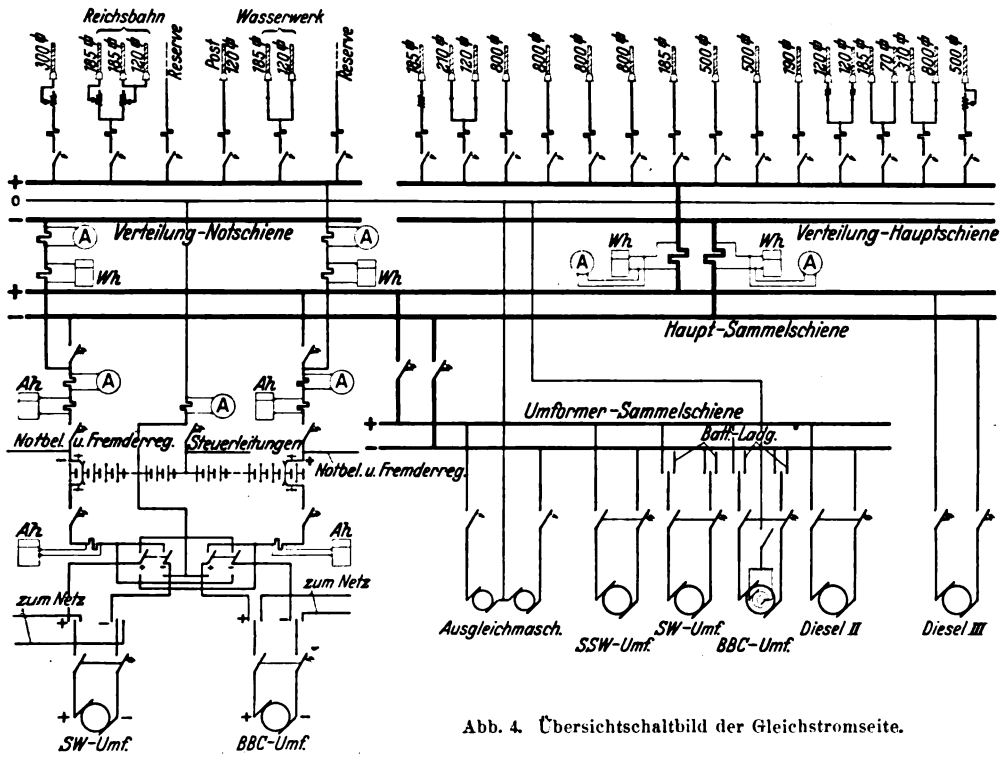


Abb. 4. Übersichtschaltbild der Gleichstromseite.

Maschinenschutzeinrichtung. — Die Maschinenselbstschalter der Gleichstromseite sind mit Überstrom- und Rückstromauslösung versehen. Zum Schutze gegen unzulässige Drehzahlsteigerung erhielten die Umformer Fliehkraftschalter, die auf die Gleichstrom-Selbstschalter wirken. Auf der Drehstromseite sind alle Ölschalter mit Überstromauslösern ausgestattet, die Umformer außerdem mit indirekter Spannungsauslösung. Die Batterieschalter sind als reine Überstrom-Selbstschalter ausgebildet.

Störungsmeldung. — Das Selbstauslösen eines Maschinenschalters wird durch Aufleuchten einer „Aus"-Meldelampe kenntlich gemacht. Die ferngesteuerten Ölschalter und Selbstschalter besitzen „Ein"- und „Aus"-Meldelampen.

Gefahrauslösung des Werkes. — Für den Fall äußerster Gefahr im Werk, z. B. bei schweren Kurzschlüssen, Rundfeuer, Bränden u. dgl., wurde eine besondere Notauslösung geschaffen. Durch Druckknöpfe, die an verschiedenen Stellen des Maschinenhauses und der Schaltwarte angebracht sind, wird über Relais für sämtliche Gleichstrommaschinen-Schalter und Ölschalter der Hochspannungszuleitung und -eigenerzeugung gleichzeitig das „Aus"-Kommando gegeben und somit das ganze Werk still gesetzt. Die Batterieschalter sind nicht an diese Gefahrauslösung angeschlossen, um die Gleichstromversorgung — vor allem der lebenswichtigen Betriebe — nicht zu unterbrechen.

Zähler. — Fast sämtliche Gleich- und Drehstromzähler wurden gruppenweise zusammengefaßt und auf Marmortafeln an der Abschlußwand hinter der Schalttafel montiert.

Speisepunkt-Regelwiderstände. — Verschiedene, in nächster Nähe des Werkes ausmündende Speisekabel sind mit regelbaren Widerständen ausgestattet; ebenso wird die Eigenbedarfspannung der Zentrale geregelt. Die Widerstände sind auf einem Podest dicht vor der Warte im Maschinenhaus aufgestellt und werden durch Handräder von der Warte aus betätigt.

Kabelführung. — Als eine der schwierigsten Aufgaben stellte sich die Zuführung sämtlicher Leistungs- und Hilfskabel von Maschinenhaus nach der Warte dar. Nach eingehenden Modellversuchen wurde die Anordnung der teils aus Eisen, teils aus Beton hergestellten Kabelpritschen im Maschinenhauskeller so getroffen, daß die Kabelführung praktisch ohne Kreuzungen und nach Stromarten völlig getrennt fertiggestellt werden konnte (Abb. 5). Die Einführung der Kabel vom Maschinenhauskeller nach der Schaltwarte erfolgt teils unter den Treppen, teils hinter dem Widerstandspodest.

Hilfsleitungen. Zur Speisung der Auslöse- und Signalleitungen der gesamten Gleichstrom- und Bahnanlage wurde eine besondere Hilfsleitung unterhalb der Hauptsammelschienen im Schalttafelgerüst der Warte verlegt, die von der geregelten Werkspannung versorgt wird. Maßgebend für die Einrichtung dieses Hilfsystems war die Überlegung, daß beim Anschluß an eine praktisch konstante Spannung die Auslöseempfindlichkeit nach einmaliger Einstellung von der zwischen 230 und 280 V schwankenden Sammelschienenspannung unabhängig ist. Alle Meß- und Hilfsleitungen sind in übersichtlicher Weise auf den seitlichen Blechwänden von Schalttafeln und Schaltpulten verlegt. Durch entsprechende Bezeichnung sämtlicher Kabel, Leitungen usw. wird das Zurechtfinden in der Anlage wesentlich erleichtert.

Kabelfehlermeldung. — Zwecks rascher Feststellung der in den wichtigsten Gleichstrom-Speisekabeln etwa auftretenden Isolationsfehler wurde eine besondere Kabelfehlermeldung eingerichtet. Bei der zusammen mit der Firma BBC entworfenen Schaltung sind die zwischen dem Prüfdraht und einer Hilfschiene liegenden Relais im gewöhnlichen Betrieb stromlos, da sie beiderseits an die gleichpolige Schiene angeschlossen sind. Tritt nun in einem Kabel ein Fehler ein, der zu einer Zerstörung der Prüfdrahtisolation und dadurch zu einem Schluß zwischen dem Prüfdraht und der Kabelseele führt, so schmilzt im Speisepunkt die Prüfdrahtsicherung durch, das Relais erhält die volle Spannung und spricht an. Gleichzeitig leuchtet in einem Leuchtmelder das entsprechende Leuchtschild auf und eine durch das Relais gesteuerte Hupe ertönt. Diese Einrichtung ermöglicht beim Auftreten eines Kabelschadens die rasche Abtrennung des beschädigten Kabels vom übrigen Speisekabelnetz und damit die Eingrenzung der Störung.

Fernbefehlsanlage. — Die völlige Abgeschlossenheit des Maschinenhauses von der Schaltwarte erforderte zur Verständigung zwischen Schaltwärter und Dieselmaschinisten die Errichtung einer Fernbefehlsanlage. Die Befehlsübermittlung von der Schaltwarte nach dem Führerstand des Dieselmaschinisten erfolgt durch optische und akustische Signale von der für jeden Diesel in dem zugehörigen Schalttafelfeld bzw. Schaltpult eingebauten Ruftasterplatte mit gegenseitiger Rückmeldung. Die Anlage wurde von der Firma Mix & Genest nach den vom Elektrizitätswerk gestellten Betriebsbedingungen gebaut und entspricht diesen vollauf. — Zur Überwachung der jeweiligen Dieselbelastung wurden an der Maschinenhauswand gegenüber den Führerständen gut ablesbare Strom- bzw. Leistungszeiger angebracht.

Bahnstromerzeugung und Verteilung. — Besondere Sorgfalt wurde der Bahnstromerzeugungs-

Digitized by Google

und -verteilungsanlage gewidmet, die 3 Glasgleichrichter von zusammen 265 kW, 600 V, 1 Generator 300 kW, 1 Pufferbatterie 228 Ah und 5 Streckenabzweige umfaßt (Abb. 6). Die handbetätigten Selbstschalter können durch Ausschalter völlig von der Sammelschiene abgetrennt und somit jederzeit nachgesehen werden. Das Auslösen eines Selbstschalters wird durch Hupe und Meldelampe kenntlich gemacht. Bei Störungen an einem Streckenschalter kann jedes Speisekabel durch einen hinter der Schalttafel eingebauten Umschalter von der Hauptschiene auf die Hilfschiene umgeschaltet werden, die über einen Kupplungs-Selbstschalter gespeist wird. Steuerschalter und Meldelampen für den Ölschalter des Gleichrichtertransformators wurden aus betrieblichen

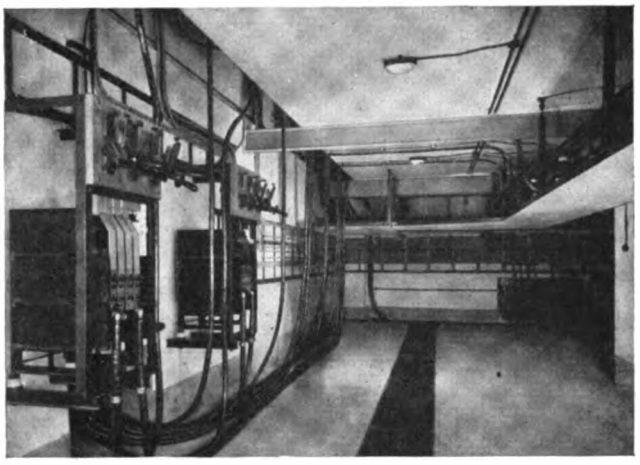


Abb. 5. Kabelkeller.

Gründen neben den Gleichrichter-Selbstschaltern untergebracht.

Zur Überwachung des Isolationswiderstandes der Speisekabel und der Oberleitung dient ein Kreuzspul-Ohmmeter von Hartmann & Braun. Bei stromlosen und nicht mit Wagen besetzten Strecken wird der Isolationswiderstand in Megohm direkt abgelesen.

In einer der Bahnschaltzellen sind noch die Entstörungsdrosseln aufgestellt, denen die Aufgabe zufällt, die vom Gleichrichterbetrieb herrührenden Telephonstörungen zu unterbinden. Ein Stia-Zähler gibt Ladung und Entladung der Pufferbatterie in Amperestunden an, während ein doppelter Meßsatz den Gesamtverbrauch der Straßenbahn in Kilowattstunden zählt.

Montage und Inbetriebsetzung.

Wie bereits eingangs erwähnt, wurde die gesamte Schaltanlage mit werkseigenem Personal gebaut, eine Maßnahme, die sich in mehrfacher Hinsicht als recht vorteilhaft erwiesen hat. Da die neue Anlage unabhängig von der alten Betriebsanlage aufgestellt wurde, konnten die Arbeiten sehr weit vorgetrieben werden, um so die Zeit für die Betriebsübernahme auf einen Mindestwert zu beschränken. Soweit Geräte und Meßinstrumente von

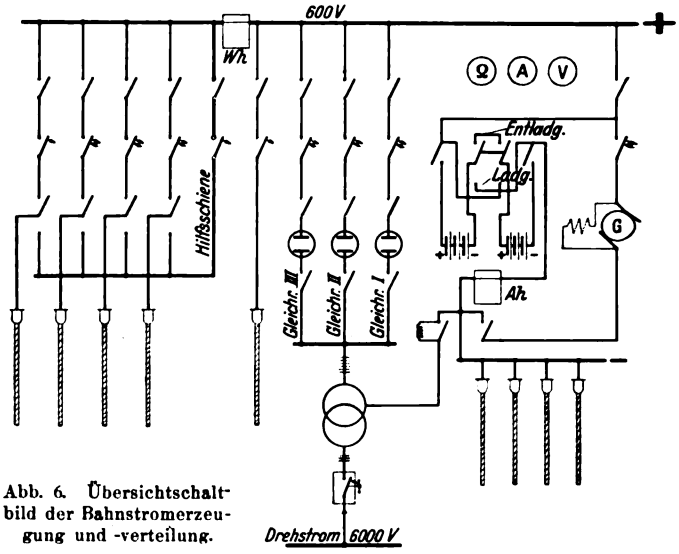


Abb. 6. Übersichtschaltbild der Bahnstromerzeugung und -verteilung.

der alten Anlage verwendet wurden, waren diese während der Montage auf kurze Zeit ausgebaut und in der neuen Anlage zum Anpassen und Heranführen der Leitungen eingebaut worden. Es gelang, hierbei ohne größere Provisorien auszukommen, wobei jedoch nicht verhehlt werden soll, daß trotzdem noch beträchtliche Schwierigkeiten zu überwinden waren. Insbesondere traten diese bei der Bahnschaltanlage in Erscheinung, für deren Inbetriebnahme jeweils nur wenige Nachtstunden zur Verfügung standen, da der Straßenbahnverkehr keinerlei Unterbrechung oder Verspätung zuließ. Bei völliger Aufrechterhaltung des Gesamtbetriebes verliefen Bau und Inbetriebsetzung der neuen Schaltanlage ohne jede Betriebsstörung völlig reibungslos und ohne Unfall.

Verlustwinkelmessung mit Hochfrequenz an Kondensatoren*.

(Mitteilung aus dem Technisch-Physikalischen Institut der Universität Jena.)

Von Dr. L. Rohde und W. Schlegelmilch, Jena.

Übersicht. Nach Auswahl zweier Verfahren zur Verlustwinkelmessung werden praktische Anordnungen beschrieben. Für Wellen von 300 ··· 20 m kommt eine Substitutionsmethode zur Anwendung. Für eine Welle von 6 m wird ein kombiniertes Verfahren aus Dämpfungsmessung und Amplitudenvergleich verwendet. Es folgt das Ergebnis von Verlustwinkelmessungen an Naturprodukten, Porzellanen, Gläsern und Kunststoffen, wodurch ein Überblick über die bekanntesten festen Isolierstoffe von Bedeutung gegeben ist.

Mit der zunehmenden Anwendung kurzer elektrischer Wellen in der Nachrichtentechnik, als Hilfsmittel in der Physik und Chemie und als Heilfaktor in der Medizin gewinnt die Frage nach geeigneten Isolierstoffen für diese Wellen immer mehr an Bedeutung.

Die Eignung eines Materiales für Hochfrequenz hängt vor allem von seinem Verlustwinkel ab. Da Messungen von Verlustwinkeln bei kurzen, insbesondere sehr kurzen Wellen an festen Isolierstoffen nicht vorlagen, wurde mit dieser Arbeit begonnen. Die mitgeteilten Ergebnisse erstreckten sich vorwiegend auf die gebräuchlichsten Materialien der Hochfrequenztechnik.

* Gekürzte Fassung; eingeg. am 29. XII. 1932.

1. Auswahl der Meßverfahren.

Von den in der Hochfrequenztechnik bekannten Verfahren zur Bestimmung dielektrischer Verluste sind prinzipiell folgende vier zu unterscheiden: die kalorimetrische Messung, die Brückenmethode, die Dämpfungsmessung und die Substitutionsmethode.

Die kalorimetrische Messung, die bei flüssigen Körpern sehr geeignet ist, bereitet bei festen Körpern Schwierigkeiten und versagt bei Luftkondensatoren. Bei sehr kleinen Verlustwinkeln ist die Erwärmung des Dielektrikums, der Zuleitungen und der Halterung nicht mehr zu trennen. Die einzelne Messung nimmt viel Zeit in Anspruch.

Da nur oberhalb 10^6 Hz gemessen werden soll, wurde von den Brückenmethoden von vornherein abgesehen, da damit nur schwer übersichtliche Verhältnisse geschaffen werden können, wenn man so hohe Frequenzen verwendet.

Die beiden anderen Methoden sind am besten zu übersehen und gestatten schnelle Messungen bei den verschiedensten Wellen. Nur hier ist es möglich, Fehlweisungen, wie sie z. B. durch Strahlung entstehen, aufzudecken.

Einen Verlustkondensator kann man sich bekanntlich ersetzt denken durch einen verlustfreien Kondensator und

Digitized by Google

einen mit ihm in Reihe liegenden Widerstand R_v. Es ist dann die im Kondensator verbrauchte Leistung:

$$N = u\,i\cos(90° - \delta), \tag{1}$$

worin δ der Verlustwinkel ist, für welchen dann gilt:

$$\operatorname{tg}\delta = R_v\,\omega\,C. \tag{2}$$

Da C und ω der Bestimmung direkt zugängig sind, so läuft die Verlustwinkelmessung auf eine Bestimmung von R_v heraus. Eine absolute Bestimmung von R_v außer mittels Kalorimeter gibt es nicht. Man ist darauf angewiesen, durch Vergleich mit einem als verlustfrei angenommenen Kondensator gleicher Größe R_v zu bestimmen. Die besten Luftkondensatoren haben aber keine verschwindend kleinen Verluste, so daß deren Berücksichtigung notwendig wird, wenn man nicht besondere Maßnahmen trifft.

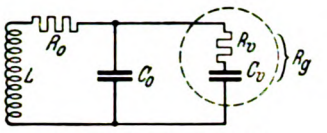


Abb. 1. Ersatzschaltbild. (R_g = Gesamtwiderstand.)

Ist der Widerstand eines Schwingungskreises (Abb. 1) mit verlustlosem Kondensator R_0, des Kreises mit Verlustkondensator R_g, so ergibt sich der Verlustwiderstand des Verlustkondensators zu:

$$R_v = R_g - R_0. \tag{3}$$

Die Bestimmung dieser Widerstände kann aus der Dämpfungsmessung erfolgen, die zweckmäßig mittels Resonanzkurve und der Halbwertsbreite ausgeführt wird. Es ist dann bekanntlich:

$$\vartheta = \frac{\pi}{2}\,\frac{\lambda_2^2 - \lambda_1^2}{\lambda_r^2} = \frac{\pi}{2}\,\frac{C_2 - C_1}{C_r}, \tag{4}$$

je nachdem man den Sender variiert und den gekoppelten Kreis konstant läßt oder umgekehrt den Sender konstant hält und den Kreis verstimmt. Aus der Dämpfung erhält man den Kreiswiderstand aus:

$$R_g = \frac{152{,}3\,\lambda_m\,\vartheta}{C_{r\,\mathrm{cm}}}. \tag{5}$$

Bei der besonders für kleine Verlustwinkel geeigneten Substitutionsmethode erfolgt die Bestimmung des Widerstandes durch Vergleich der Amplituden bei eingeschaltetem bekanntem Widerstand. Damit bei sehr kleinen Winkeln noch eine genügende Amplitudendifferenz erhalten wird, muß dafür gesorgt werden, daß die Gesamtdämpfung klein ist und deshalb der Indikator möglichst wenig Leistung verbraucht.

2. Die Meßanordnung.

Für Wellen von 300 ··· 20 m hat sich die in Abb. 2 angegebene Anordnung bewährt. Ein Generator G, bestehend aus einer in Dreipunktschaltung erregten RS 241,

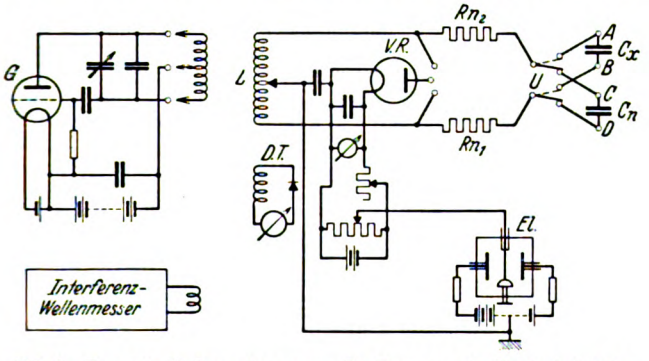


Abb. 2. Gesamte Meßanordnung zur Bestimmung des Verlustwinkels.

die durch Umstecken von Spulen in einem Wellenbereich von 6 ··· 300 m erregt werden konnte, ist lose mit einem Schwingungskreis gekoppelt. Der Schwingungskreis besteht seinerseits aus einer Spule L, zwei kurzschließbaren Widerständen R_{n1} und R_{n2} und je nach Stellung des Umschalters U aus C_x oder C_n als Kapazität. Der Kreis ist vollkommen symmetrisch gebaut, so daß die Kapazitäten der Zuleitungen usw. gegen die Erde gleich sind. Der Umschalter U gestattet die Verwendung von C_x oder C_n als Kreiskapazität, wobei die Zuleitungen bis zu den Punkten A, B, C, D der Kondensatoren symmetrisch und elektrisch gleichwertig gehalten sind. Das Röhrenvoltmeter[1, 2] *V.R.*, das besonders klein, mit kleiner Innenkapazität und fast punktförmig brennendem Heizfaden gebaut ist, richtet die halbe Spannung an L gleich. Es wurde nur die halbe Spannung gemessen, um durch die Kathodenzuleitungen des Ventils kapazitive Ableitungen zu verhüten. Liegt die Kathode an der Mitte von L, so bleibt die Symmetrie der Anordnung gewahrt. Die Gleichspannung wird mittels eines elektrostatischen Instrumentes *El.* gemessen. Je nach Stärke des Senders muß hierzu ein weniger oder mehr empfindliches Instrument genommen werden. Da in der ausgeführten Anordnung die Spannungen von der Größe 10 V waren, wurde ein Einfadenelektrometer verwendet, das nach vorheriger Eichung eine Ablesung auf ± 0,05 V zuließ.

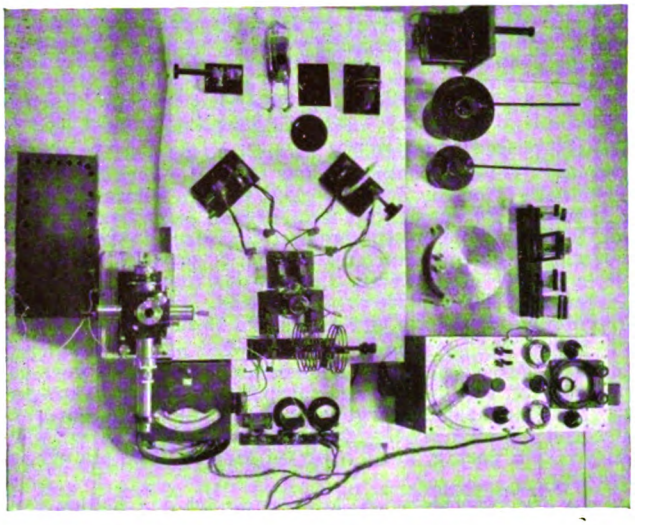


Abb. 3. Die Verlustwinkel-Meßanordnung mit Zubehör.

Ein Detektorkreis *D.T.* diente zum Aufsuchen der Resonanz. Das spitzengelagerte Nadirinstrument von 300 Ω hatte eine Empfindlichkeit von $3 \cdot 10^{-7}$ A. Bei Messungen, bei denen eine Genauigkeit von 10 % genügte, wurde oft mittels dieses Detektorkreises gemessen. Dabei ist darauf zu achten, daß wegen der quadratischen Abhängigkeit des Detektorkreises und weil es nur auf Relativwerte ankommt, an Stelle der Ströme die Wurzeln aus den Ausschlägen stehen. Der Interferenzwellenmesser[3] diente zur Bestimmung der Welle des Generators G. Da der Wellenmesser selber aus einem Grobwellenmesser mit großem Wellenbereich und einem Feinwellenmesser besteht, wurde er selbst oft als Generator verwendet. Der Grobwellenmesser liefert eine Energie von rd. 0,3 W. Der Feinwellenmesser läßt eine Wellenmessung von abs. ± 0,01 % zu, seine relative Genauigkeit ist ± 0,005 %. Mit derselben Anordnung konnten auch Dämpfungsmessungen nach Gl. (4) ausgeführt werden, die bei $\vartheta = 0{,}01$ noch eine Bestimmung auf ± 2 % zuließen.

Abb. 3 zeigt eine Abbildung der gesamten Anordnung ohne den Hilfssender. Auf der rechten Seite stehen der erwähnte Wellenmesser und eine Reihe der untersuchten Kondensatoren. Die Mitte zeigt den umschaltbaren Schwingungskreis mit den verlustarmen Meßkondensatoren. Links steht das benutzte Einfadenelektrometer.

Mit der beschriebenen Anordnung wurde bei kleinen Verlustwinkeln nach der Substitutionsmethode gemessen. War U_1 die Spannung an der halben Spule im Kreis mit C_n, dem als verlustfrei angesehenen Normalkondensator, U_2 die Spannung nach gezogenem Widerstand R_{n1} oder auch R_{n2}, $(R_{n1} + R_{n2})$ und U_3 die nach Umschaltung auf den Verlustkondensator C_v ohne gezogenen Widerstand, so ergibt sich der Verlustwiderstand von C_v direkt zu:

$$R_v = R_n\,\frac{\dfrac{U_1}{U_3} - 1}{\dfrac{U_1}{U_2} - 1}. \tag{6}$$

Zu seiner Bestimmung sind nur drei Ablesungen notwendig. Da $\operatorname{tg}\delta = R_v\,C_v\,\omega$ ist, müssen noch $\omega = \dfrac{2\pi c}{\lambda}$ mit dem Wellenmesser, die Kapazität C_v durch Vergleich mit

[1] L. Rohde, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 263 (1931).
[2] Meßröhre nach Rohde der Firma Gundelach, Gehlberg.
[3] L. Rohde u. H. Schwarz, Hochfrequenztechn. Bd. 40, S. 117 (1932).

Digitized by Google

einem bekannten Drehkondensator, der auch durch C_n dargestellt werden kann, also direkt ablesbar ist, bestimmt werden. R_n wurde mit einer Meßbrücke auf 0,05 % bestimmt und der Skineffekt berechnet. Da 0,1 mm starke Konstantandrähte verwendet wurden, war für die 20 m-Welle die Widerstandserhöhung 2,3 %, bei langen Wellen entsprechend weniger. Da R_v auf etwa ± 2 %, mit einiger Übung C auf ± 1 %, λ auf 0,01 % bestimmt werden konnte, ist an sich tg δ auf ± 3 % meßbar. (Die Zeit für eine Messung von tg δ dauert für diese Methode bei einer Welle 1 min.)

Bei Verlustwinkeln über 10^{-2} wurde von der Dämpfungsmessung ausgegangen, da R_n zu große Werte annimmt und durch seine eigene Selbstinduktion den Kreis zu stark verstimmt, auch wird das Ausschlagsverhältnis zu groß. Es erfolgt zuerst die Dämpfungsmessung für C_n mit ϑ_1 und nach Umschaltung auf C_v mit ϑ_2. Es ergibt sich dann:

$$R_v = 152{,}3\left(\frac{\vartheta_2}{C_v} - \frac{\vartheta_1}{C_n}\right). \qquad (7)$$

Allerdings ist nun möglichst $C_v = C_n$ zu machen. In Gl. (7) sind der Übersichtlichkeit halber C_v und C_n getrennt berücksichtigt, um die Zugehörigkeit zu dem entsprechenden ϑ zu zeigen. Berücksichtigt man, daß zu jeder Bestimmung von ϑ drei Wellenbestimmungen und drei Instrumentalablesungen gehören, im ganzen also 6, so sieht man, wieviel schneller man mittels Substitution messen kann. Die Genauigkeit ist für R_v etwa dieselbe, also etwa ± 3 % (die Meßdauer für ein tg ϑ aber etwa 15 min).

Einen Fehler macht man aber bei allen Messungen dadurch, daß man den Vergleichskondensator C_n verlustfrei ansetzt, was keineswegs zutrifft, wie Untersuchungen an Luftkondensatoren ergeben haben. Der durch den Verlust von C_n sich ergebende Fehler ist bei größeren Verlustwinkeln gering, kann aber bei kleinen Winkeln erheblich sein.

In der beschriebenen Anordnung ist der Fehler vermieden dadurch, daß der Vergleichskondensator genau so gebaut ist, d. h. dieselbe Halterung hat wie die Einspannvorrichtung für das zu messende Material. Setzt man in die Einspannvorrichtung dieselben Platten ein wie beim Vergleichskondensator, so müssen beide Stellungen des Umschalters U gleiche Ausschläge geben, was auch stets der Fall war.

Bis zu Wellen von 20 m arbeitet die Anordnung einwandfrei. Für die Wellen um 6 m herum wurde so verfahren, daß ein definierter Schwingungskreis (Abb. 4) verwendet wurde, bestehend aus einem veränderlichen Plattenkondensator und einem Drahtbügel, dessen Dämpfung gemessen wurde einmal mit dem Dielektrikum zwischen den Platten und einmal ohne. Durch Zusammenschrauben der Platten wurde die alte Kapazität wiederhergestellt. Da Spule, Halterung usw. konstant blieben, ist dies zulässig. War die Differenz zwischen Eigendämpfung des Kreises ohne Dielektrikum und der Gesamtdämpfung mit Dielektrikum nicht allzu groß, also bei kleinem tg ϑ, so ließ sich schnell der Eigenwiderstand nach einer Ausschlagmethode bestimmen, denn es verhalten sich

Abb. 4. Meßkreis für $\lambda = 6$ m mi Röhrenvoltmeter.

$$\frac{R_0}{R_g} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2}{I_1}. \qquad (8)$$

Hat man den Gesamtwiderstand ermittelt, so kann man daraus R_0 durch Multiplikation mit U_1/U_2 schnell finden. Man hat dabei also den Vorzug, daß man bei der größeren Resonanzbreite messen kann, was leichter und genauer ausführbar ist. Die Spannungsmessung am Kreis erfolgte nach der Schaltung Abb. 5 wieder mit dem Röhrenvoltmeter und Einfadenelektrometer. Mit einer derartigen Anordnung konnten Dämpfungen bis herab zu $\lambda = 3$ m gemessen werden. Dadurch, daß der Schwingungskreis aus einer Windung dicken Drahtes und einem Plattenkondensator mit kleinem Abstand und großer Kapazität bestand, waren die Strahlung und die Halterungsverluste klein, so daß die Eigendämpfung sehr geringe Werte hatte (ϑ = 0,009).

3. Ergebnisse.

Bei zweckmäßigem Aufbau liegen die in einem Kondensator mit festem Dielektrikum auftretenden Verluste zur Hauptsache im Dielektrikum. Die Untersuchungen laufen daher im wesentlichen auf die Bestimmung der Materialkonstanten hinaus.

Die Brauchbarkeit eines Stoffes als Dielektrikum hängt nicht nur vom Verlustwinkel ab, sondern auch noch von der Dielektrizitätskonstante und der Durchschlagfestigkeit.

Man verwendet ein Dielektrikum, wenn man die räumlichen Ausdehnungen eines Kondensators verkleinern will. Da Luft eine geringe Durchschlagfestigkeit hat und ihr $\varepsilon \approx 1$ ist, ergeben sich, wenn man große Blindleistungen unterbringen muß, riesige Ausmaße. Es kommt daher darauf an, durch das Dielektrikum die Größe des Kondensators gegenüber dem mit Luft als Dielektrikum zu vermindern. Das wird erreicht durch den wegen der höheren Spannungsfestigkeit gegenüber Luft möglichen kleineren Abstand der Beläge und durch das gegen Luft größere ε. Der Verlustwinkel des Materials bestimmt die in ihm umgesetzte Wärme, die ihrerseits die Belastung des Kondensators begrenzt, wenngleich man durch Wärmeabfuhr die Möglichkeit hat, die Belastungsgrenze zu verschieben; nur will man auch möglichst wenig Wirkleistung verbrauchen.

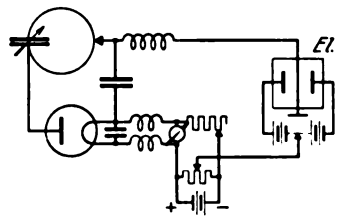


Abb. 5. Anordnung zur Messung bei $\lambda = 6$ m.

Reduziert man auf gleiche Durchschlagfestigkeit, die an sich auch von tg δ abhängt, so ist die Güte eines Materials proportional ε und $\frac{1}{\text{tg}\,\delta}$, wenn man es als Dielektrikum verwenden will.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn ein Material zur Halterung Spannung führender Teile verwendet werden soll. Auf die Durchschlagfestigkeit kommt es hier wenig an. Durch entsprechende Dicke des Materials kann der Spannungsgradient so gewählt werden, daß man weit unterhalb der Durchschlagfestigkeit bleibt. Die Güte eines Materials als Halterung ist vor allem bedingt durch ε und tg δ. Beide Werte müssen möglichst klein sein. Die Güte ist also proportional $1/\varepsilon$ tg δ. Außer den elektrischen Eigenschaften sind für einen Isolierstoff noch die mechanischen zur Beurteilung der Güte heranzuziehen, auf die aber hier nicht eingegangen werden kann.

Die Untersuchung des Verlustwinkels fester Stoffe erfolgte nach den bereits beschriebenen Methoden durch Vergleich zweier Plattenkondensatoren miteinander. In einen wurde das zu messende Material gespannt. Der andere Kondensator wurde durch kleineren Abstand auf gleiche Kapazität gestellt. Die Halterungsverluste wurden, da beide Kondensatoren gleich gebaut sind, als gleich befunden, so daß ihre Größe bei der Messung herausfällt. Die Platten der Einspannvorrichtung waren von Zeiss auf 0,002 mm genau plan geschliffen.

Bei der kürzesten Welle ($\lambda = 6$ m) wurde so verfahren, daß ein Kreis verwendet wurde, in den das Material gebracht und die Dämpfung mit und ohne Material bestimmt wurde. Da die Verluste im Kreise selber in beiden Fällen gleich sind, fallen sie bei diesem Vergleich heraus. Lediglich der Strahlungswiderstand des Kondensators ist mit und ohne Material verschieden und muß daher berücksichtigt werden.

4. Naturprodukte.

Den kleinsten Verlustwinkel der bisher gemessenen festen Stoffe besitzt kristallinischer Quarz[4, 5]. Mit ihm wurde begonnen, um die Empfindlichkeit und Genauigkeit der Methoden zu erproben.

Es stand eine Quarzplatte von 30 mm Dmr. zur Verfügung, die parallel zur optischen Achse geschnitten war. Wir fanden den Verlustwinkel zu $1{,}6 \cdot 10^{-4}$ mit einem möglichen Fehler von $\pm 0{,}2 \cdot 10^{-4}$. Entgegen den Messungen von Möller, der ein Steigen des Winkels mit der Frequenz fand, haben wir den Wert konstant gefunden. Teilweise schien er sogar zu fallen, jedoch lagen die Unterschiede innerhalb der Fehlergrenze.

[4] E. Möller, Arch. Elektrotechn. Bd. 15, S. 30 (1926).
[5] E. Schott, Jb. drahtl. Telegr. Bd. 28, S. 82 (1921).

Digitized by Google

Die von Möller durch die Formel $\mathrm{tg}\,\delta = 5{,}4 \cdot 10^{-5} + 1{,}86 \cdot 10^{-11}\,\omega$ dargestellten Verluste ergeben sicher zu große Werte. Für $\lambda = 15$ m erhält man $\mathrm{tg}\,\delta = 24 \cdot 10^{-4}$, einen sicher zu hohen Wert, der die Verwendung von Quarz als Piezooszillator entgegen der Erfahrung bei dieser Welle ausschließen würde.

Geschmolzener Quarz von bester Qualität ergab einen etwas höheren Verlustwinkel als kristallinischer. Das Material wird oft als Quarzglas bezeichnet und ist mehr oder weniger blasenfrei im Handel zu haben.

Quarzgut, welches aus Quarzsand hergestellt wird, hat wesentlich höhere Verluste als Quarzglas. Quarzgut ist sehr verschieden, je nach der Schmelze, ist im allgemeinen trüb und besitzt, wenn nicht besonders behandelt, eine rauhe Oberfläche. Ein derartiges Probestück, auf das mittels Spritzverfahrens Zink aufgetragen war, kam zur Messung. Der Verlustwinkel steigt stark mit der Frequenz. Wenn auch anzunehmen ist, daß dies vor allem eine Materialeigenschaft ist, so spielt sicher auch die Art des Belages eine hervorragende Rolle. Da kein poliertes und geschliffenes Material zur Verfügung stand, konnte der Einfluß des Belages nicht untersucht werden. Die Art des Verlustanstieges mit der Frequenz steht in guter Übereinstimmung mit den von Möller gefundenen Werten (vgl. Zahlentafel 4).

Zahlentafel 1. Verlustwinkel von Naturprodukten ($\mathrm{tg}\,\delta = \alpha \cdot 10^{-4}$). (M Messungen von Möller, S von Schott).

Material	500 m	300 m	150 m	75 m	25 m	6 m	ε	Bemerkungen
Quarz		1,8 M	2,8 M	1,6	1,6	1,7	4,7	parallel opt. Achse
Quarzglas . .			2,8	2,7	2,7	2,6	4,2	Deutsch-engl.
Quarzgut . .			6,7	8,6	14,8	27,0	3,8	Quarzschmelze
Turmalin . . .			5,2	4,7	3,6	2,9	5,0	
Glimmer . . .	1,7 S	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	7,0	Glisoma Werke

Zahlentafel 2. Verlustwinkel von keram. Massen* ($\mathrm{tg}\,\delta = \alpha \cdot 10^{-4}$).

Material	300 m	150 m	75 m	25 m	6 m	ε	Bemerkungen
Calan spezial .	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	6,5	Magnesium-silikate**
Calan		3,6	3,7	3,8	4,7	6,5	
Mg 6		7,8	7,5	7,2	—	10	
HW 10c . . .		8,6	8,4	6,8	—	7	Aluminium-silikate**
Isomar		13,0	12,3	12,2	10,7	6	
Calit	15,0	13,0	13,3	13,8	14,2	6,5	
Mycalex . . .		18,0	18,0	18,0	—	8,5	AEG
Porzellan . . .	55	48	50	63	85	5,3	Hermsdorf M 282
Steatit	20,0	19,0	18,1	17,1	15,0	6,5	Steatit Magnesia AG.†
V 282 (Frequentit)	10,0	8,8	7,5	6,8	6,0	6,0	
Frequenta . .	4,7	4,0	3,2	2,9	2,8	6,1	

* Vgl. a. ETZ 1933, S. 543 u. 545.
** Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren Ges.
† E. Albers-Schönberg u. J. Gingold, ETZ 1932, S. 205.

Turmalin, den wir gemessen haben, weil er in letzter Zeit auch zu Piezooszillatoren Verwendung findet, hat höhere Verluste als Quarz. Da es keine großen, einwandfreien Kristalle gibt, ist das von uns untersuchte Stück nicht ganz fehlerfrei gewesen. Es hatte einen Durchmesser von 35 mm. Möglich ist daher, daß fehlerfreies Material, welches keine Risse hat und vollkommen klar ist, geringere Werte ergäbe als die in der Zahlentafel angeführten. Doch würden auch diese wohl über denen von Quarz liegen.

Glimmer ist von sehr verschiedener Qualität, weshalb wir nur Messungen an ausgesuchten guten Proben vorgenommen haben. Es kam nur ganz klares, eisenfreies Material in Frage. Der Verlustwinkel fällt leicht mit der Frequenz in dem von uns untersuchten Bereich und schließt sich in seiner Größe sehr gut an die Messung von Schott an, die in der Zahlentafel mit aufgeführt ist.

Wir haben in der Zahlentafel auch noch die von uns gefundenen ε-Werte mit angegeben, die aber nicht sehr genau sind, da wir nur kleine Kapazitätswerte gemessen haben. Bedingt ist der kleine Absolutwert der Kapazität dadurch, daß bei den genannten Materialien nur kleine Probestücke zu erhalten sind.

5. Porzellane und Gläser.

Von Porzellanen gibt es ebensoviel verschiedene Sorten, wie es verschiedene Glasarten gibt. Es kann daher kein allgemeingültiger Verlustwinkel angegeben werden, sondern man muß jede Sorte mit einem Wert verbinden, der selbst innerhalb verschiedener Schmelzen unterschiedlich ist. Die Abweichungen innerhalb einer Sorte betragen bis zu 20 %.

Von der Hermsdorf-Schomburg-Isolatorengesellschaft wurde uns eine Reihe von Porzellanarten in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt.

Der Verlustwinkel einer Porzellansorte, wie sie für die Hochspannungstechnik viel angewandt wird, ist bisher nur fallend mit der Frequenz gefunden worden. Wir haben bei der Untersuchung ähnlicher Sorten (M 182) ein Steigen des Winkels mit der Frequenz gemessen. Da wir den Verlauf zunächst für einen Meßfehler hielten, haben wir besonders nur diese Sorte auch im Gebiet längerer Wellen gemessen und die Kurve Abb. 6 erhalten. Der Verlustwinkel zeigt ein Minimum. Bei Möller, der ebenfalls Porzellan gemessen hat, fällt der Verlustwinkel bis zu etwa $\lambda = 250$ m, um dann konstant zu werden, was in guter Übereinstimmung mit dem von uns gemessenen Verlauf steht.

Es wurde vermutet, daß der Wiederanstieg des Winkels durch den Belag hervorgerufen wird. Daher wurden verschiedene Beläge untersucht. Das zuerst untersuchte Probestück hatte nach dem Spritzverfahren einen Zinkbelag von etwa 0,2 mm Stärke erhalten. Es wurde ein zweites Stück, das vergoldet und galvanisch verkupfert war, gemessen und der gleiche Verlauf gefunden. Eine zinkbespritzte Platte, die durchgebrochen wurde, ergab für beide Hälften denselben Verlauf, das Minimum war aber ein wenig nach kürzeren Wellen gegenüber dem bei der ganzen Platte verschoben. Daraus ist der Einfluß des Belages klar zu erkennen, denn bei den halben Stücken ist der Stromweg kleiner. Normales Porzellan hat aber zur Bestimmung des Elektrodeneinflusses selber zu große Verluste, so daß weitere Versuche an Calan und Calit stattfanden, keramischen Massen mit geringeren Verlusten.

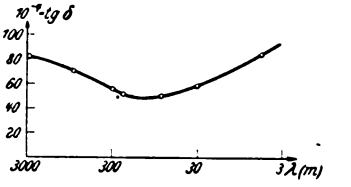


Abb. 6. Verlustwinkel einer Porzellanplatte.

Das Resultat läßt sich dahin zusammenfassen, daß dünne Beläge durch Einbrennen von Silber oder Gold bei höheren Frequenzen ($f > 10^6$) beginnen, selbst Verluste zu verursachen. Dicke Beläge, gleich ob durch galvanische Verkupferung oder Bespritzen, sind vorzuziehen. Eine gewisse Homogenität der Schicht scheint noch wichtig zu sein. Vor allem beim Spritzverfahren muß darauf geachtet werden, daß sich keine Blasen und lockeren Stellen bilden. Bei allen Wellen ist der Einfluß der Beläge gering. Die in der Zahlentafel 2 aufgeführten Werte sind bei starken Zink- oder Kupferbelägen erhalten worden. Die Dielektrizitätskonstanten sind nur auf ± 8 % zuverlässig. Die Änderung von ε in Abhängigkeit von der Frequenz liegt im untersuchten Bereich unterhalb 0,5 %.

Von den vielen gängigen Glassorten wurden 5 herausgesucht, die uns besonders wichtig erschienen. Die planparallel geschliffenen Proben wurden mit leichtem Druck zwischen Messingelektroden gespannt, die, wie schon erwähnt, auf $^1/_{500}$ mm genau plan waren. Die erhaltenen Werte gibt Zahlentafel 3 wieder.

Thüringer Glas hat einen niedrigen Schmelzpunkt und läßt sich daher glastechnisch leicht bearbeiten. Es ist dafür aber wenig temperaturbeständig und springt leicht.

Zahlentafel 3. Verlustwinkel von Gläsern ($\mathrm{tg}\,\delta = \alpha \cdot 10^{-4}$).

Material	300 m	150 m	75 m	25 m	6 m	ε	Bemerkungen
Thür. Glas . .	47	42	38	34	48	7,1	
Geräteglas . .		73	67	63	59	6,5	Schott u. Gen.
Bleiglas . . .	5,3	5,5	5,7	7,2	10,6	6,7	
Tempax . . .		28	28	28		6,5	Schott u. Gen.
Minosglas . .	4,6	4,8	5,0	5,9	7,4	7,5	Schott u. Gen.

Zahlentafel 4. Verlustwinkel von Kunststoffen ($\mathrm{tg}\,\delta = \alpha \cdot 10^{-4}$) (M: Messungen von Möller, S: Schott)

Material	500 m	300 m	150 m	75 m	25 m	6 m	ε
Hartgummi .	64	64	62	60	56	53	3
Trolit	265	270	275	280	290	—	6,2
Trolitax . . .	310	325	345	400	500	—	5
Trolitul. . . .	—	—	3,6	4,2	4,6	5,4	2,1
Cellon	—	—	580	590	480	—	4,2
Celluloid . . .	—	—	500	490	480	—	3,3
Pertinax . . .	250 M	280 M	330	400	770	990	5,4
Preßspan . . .	264 S	240	280	370	580	—	3,4
Vulkanfiber .	—	—	670	510	1000	—	4,1
Bakelit . . .	—	180	200	220	270	—	2,8
Schellack . .	—	—	65	78	110	—	2,6
Ölleinen . . .	—	—	890	890	850	—	3
Asbestplatten .	—	—	1250	930	740	—	2,3
Preßbernstein .	—	—	—	170	180	—	2,9

Dem entgegen ist Geräteglas sehr temperaturbeständig und hat einen hohen Schmelzpunkt und einen kleinen Aus-

Digitized by Google

dehnungskoeffizienten. Es ist unter der Bezeichnung „Jenaer Glas" bekannt. Besondere Beachtung verdient noch das Minosglas, welches besonders für elektrische Zwecke hergestellt wird und von allen bekannten Glassorten die geringsten Verluste besitzt. Es zeichnet sich durch große ε und hohe Durchschlagfestigkeit aus.

Die Änderung von ε liegt bei den Gläsern ebenfalls unterhalb 0,5 %.

6. Kunststoffe.

Einen besonderen Platz unter den Isolierstoffen nehmen die Kunststoffe[6] ein. Sie sind im Gegensatz zu den bisherigen Materialien leicht zu bearbeiten und haben sich daher besonders im Apparatebau eingeführt. Sie sind fast alle wenig temperaturbeständig. Die Zahl der Stoffe ist in den letzten Jahren derart gestiegen, daß allein genaue Bezeichnung und Aufzeichnung Seiten in Anspruch nehmen würde. Wir haben uns deshalb wie bisher darauf beschränkt, die bekanntesten unter ihnen zu messen.

Der Verlustwinkel der Kunststoffe ist im Durchschnitt groß. Die gemessenen Werte, die in Zahlentafel 4 zusammengestellt sind, zeigen, daß es Stoffe gibt, deren Winkel mit der Frequenz zunimmt, und solche, bei denen er abnimmt. Großen Einfluß hierauf hat der Wassergehalt, der nach Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Alter des Materials sehr verschieden ist. Da die Messung von besonders getrockneten Proben für die Praxis keine Bedeutung hat, haben wir alle Stoffe bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 ··· 80 % und einer Temperatur von 20 ° C gemessen, Bedingungen, unter denen die Stoffe praktisch verwendet werden.

Die Reproduzierbarkeit der Werte ist gering und beträgt etwa 20 % abs. Relativ gibt die Tafel aber das Verhalten der einzelnen Stoffe gut wieder, da alle Stoffe unter gleichen Verhältnissen gemessen wurden.

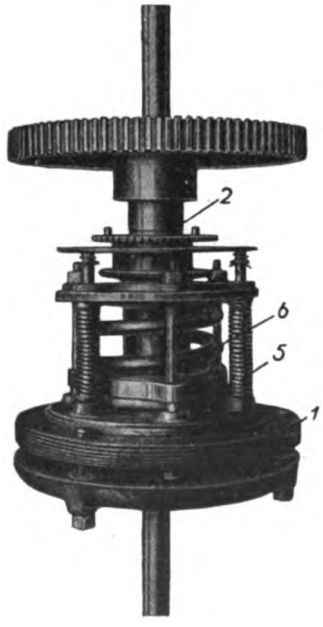
[6] Vgl. ETZ 1933, H. 23.

Drehmomentkupplung für Elektroantriebe.

Um für Regel- und Verstellzwecke den elektrischen Antrieb anpassungsfähiger, sicherer und geschmeidiger zu gestalten, hat die AEG[1] für ihre Elektroantriebe die Drehmomentkupplung[2] entwickelt, welche u. a. folgende Forderungen erfüllt:

1. Große Drehelastizität bei beliebiger Charakteristik.
2. Abschalten des Verstellmotors bei Erreichen eines einstellbaren Höchstmomentes, das, wenn erforderlich, für beide Drehrichtungen verschieden hoch sein kann; ferner, falls erwünscht, selbsttätiges Wiedereinschalten nach geringem Abfallen des vorgenannten Drehmomentwertes.
3. Begrenzung des eingestellten Drehmomentes, unabhängig von der elektrischen Steuerung und von mechanischen Einflüssen (Reibungskoeffizient).

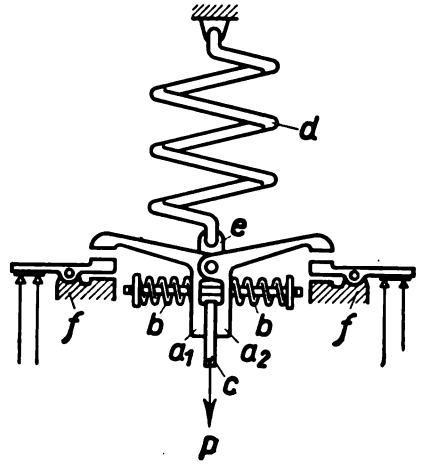
Die Kupplung, die in dem langsam laufenden Teil des Getriebes eingebaut ist, besteht bei den Elektroantrieben im wesentlichen aus einer sehr elastischen Federkupplung, die einen Schalter und eine federbelastete Reibungskupplung steuert (Abb. 1). Die Federkupplung sitzt auf der von einem Stirnrad angetriebenen Laufbuchse (*2*). Sie besteht aus einer Kugelspreizvorrichtung, welche die starke Feder (*6*) axial zusammendrückt. Die Spreizvorrichtung setzt bei Drehmomentänderung die Verdrehung der elastischen Kupplung in eine axiale Hubbewegung um. Die auf der Welle befestigte und durch schwache Federn (*5*) belastete Lamellenkupplung (*1*) ist durch Stahlbolzen mit der Federkupplung verbunden. Durch diese Bolzen wird außerdem die Vorspannung der Feder (*6*) und damit das Höchstmoment der Kupplung eingestellt. Bei Erreichen des Höchstmomentes, also bei einem bestimmten Hub der Spreizvorrichtung, greift letztere unter die Belastungsfedern (*5*) der Lamellenkupplung und entlastet die Reiblamellen, bis sie gleiten. Hierbei wird zwischen der Spreizvorrichtung und dem Entlastungsteller der Lamellenkupplung eine Scheibe eingeklemmt, welche einen Schalter und damit den Motor ausschaltet.



1 Lamellenkupplung mit eingebauter Kugelspreizvorrichtung
2 Antriebsbuchse mit Steuerscheibe der Kugelspreizvorrichtung
5 Lamellenbelastungsfeder
6 Belastungsfeder der Kugelspreizvorrichtung, Vorspannung einstellbar

Abb. 1.

Die Wirkungsweise der Kupplung kann am leichtesten aus dem Schema Abb. 2 ersehen werden. Die Federkupplung *d* ist über Gelenk *e* mit der federbelasteten Reibungskupplung verbunden. Letztere ist als Zange gezeichnet. In das federbelastete Zangenmaul a_1 a_2 ist die Lasche *c* eingeführt, an welcher die Kraft *P* (Umfangskraft) wirkt. Die Federn *b* drücken das Zangenmaul so fest zusammen, daß bei fest aufgehängtem Gelenk *e* die Lasche *c* trotz maximaler Zugkraft und niedrigsten Reibungskoeffizienten nicht aus dem Zangenmaul herausgezogen werden kann. Ist aber das Gelenk *e* über der Feder *d* aufgehängt, so wird sich die Feder *d* entsprechend der Zugkraft *P* dehnen. Wächst *P* so weit an, daß sich die freien Zangenschenkel auf den Widerlagern *f* abstützen, so wird das Zangenmaul entlastet, bis die Lasche zu gleiten beginnt. Eine weitere statische Belastung des Systems ist nicht möglich. Die Widerlager *f* sind als Schalter ausgebildet, die den Motorstromkreis beim Erreichen des Abschaltmomentes unterbrechen. Verringert sich *P*, so hört das Gleiten der Lasche auf und die Schalter kehren in ihre Einschaltstellung zurück. Die gewählte Konstruktion verbürgt, daß die Drehmomentkupplung praktisch unabhängig von dem stets schwankenden Reibungskoeffizienten arbeitet. Die Kupplung wird z. Z. für Drehmomente von 0,2 ··· 45 mkg und Drehzahlen bis zu etwa 350 U/min gebaut; sie ist selbstverständlich auch für größere Drehmomente und höhere Drehzahlen ausführbar. *fi*



a_1, a_2 Zangenmaul
b Zangenbelastungsfeder
c Lasche
d elastische Federkupplung
e Gelenk
f Widerlager mit Schalter
P Zugkraft

Abb. 2.

[1] M. Gaze, AEG-Mitt. 1932, S. 92.
[2] DRP. 430562 und DRP. angem.

Digitized by Google

Der Konzern der Radio Corporation of America.

Von Dr. H. Winkler, Berlin.

Übersicht. Es werden Aufgabengebiet und Organisation des größten amerikanischen Konzerns auf dem Gebiete des Funkwesens, im drahtlosen Nachrichtenverkehr, in Fabrikation und Forschung dargestellt. Darüber hinaus verfügt die Gruppe über bedeutende Interessen in der Film- und Schallplattenindustrie. In seinen weitreichenden internationalen Beziehungen unterhält der Konzern auch mit Deutschland unmittelbare Verbindungen auf industriellem Gebiet wie im drahtlosen Nachrichtendienst.

Die Radio Corporation of America ist als Hauptträgerin der drahtlosen Nachrichtenübermittlung in die Gruppe der großen amerikanischen Betriebsunternehmungen auf dem Gebiete des elektrischen Schnellnachrichtenverkehrs einzureihen, zu der ferner die etwa 75 % aller Sprechstellen der Vereinigten Staaten kontrollierende American Telephone & Telegraph Co. als Spitze des Bell-Systems[1], die Western Union Telegraph Co., die neben ausgedehnten Seekabellinien rd. 80 % des amerikanischen Landtelegraphendienstes versieht, und schließlich die besonders auch im Ausland in allen Zweigen der elektrischen Nachrichtenübermittlung arbeitende International Telephone & Telegraph Corp.[2] zu rechnen sind. Die Gründung der R. C. A. erfolgte im Jahre 1919 unter Führung der General Electric und Teilnahme der Westinghouse, der American Telephone & Telegraph Co. und anderer Elektrokonzerne, die sich auf dem Gebiete der Funktechnik betätigten und ihre Radiopatente dem neuen Unternehmen zur Verfügung stellten. Der Hauptbeweggrund zur Schaffung der neuen Gesellschaft war eine Aufforderung der amerikanischen Regierung an die General Electric, eine Organisation speziell für den internationalen drahtlosen Nachrichtendienst der Vereinigten Staaten ins Leben zu rufen, die unstreitig amerikanisches Eigentum ist, unter nationaler Kontrolle und Verwaltung steht und ein Gegengewicht gegen die fremden Seekabelgesellschaften bilden soll. Damals befanden sich fast sämtliche Anlagen für den drahtlosen Auslandsnachrichtendienst der Vereinigten Staaten — die deutschen Stationen Sayville und Tuckerton (Gegenstationen von Nauen und Eilvese) standen infolge der Kriegsereignisse unter der Verfügung der Regierung der U. S. A. — in den Händen eines Tochterunternehmens der britischen Marconi-Gesellschaft, der Marconi's Wireless Telegraph Co. of America. Die General Electric konnte 1919 diese Anlagen erwerben und übertrug sie an die R. C. A., bei der sie den Grundstock ihres Funkverkehrsapparates bildeten.

R. C. A.-Tochtergesellschaften.

Name der Gesellschaft	Gegenstand des Unternehmens
R. C. A.-Communications Inc.	Errichtung und Betrieb von Funkstationen für den internationalen und heimischen drahtlosen Nachrichtendienst.
Radiomarine Corp. of America	Errichtung und Betrieb von Schiffs- und Küstenfunkstationen, Ausrüstung von Flugzeugen und Flughäfen mit Funkgerät.
National Broadcasting Co. Inc.	Rundfunksendebetrieb.
R. C. A. Victor Co. Inc.	Herstellung und Vertrieb von Rundfunkgerät, Sprechmaschinen, Schallplatten, Tonfilmaufnahme- und -wiedergabe-Apparaten; Forschungs- und Versuchsarbeiten.
R. C. A. Radiotron Co. Inc.	Fabrikation und Vertrieb von Radioröhren.
Radio-Keith-Orpheum Corp.[3]	Filmherstellung, -verleih und -vorführung.
R. C. A. Institutes Inc.	Ausbildung von Funkpersonal.

Auf dieser Grundlage hat die R. C. A. in wenigen Jahren zahlreiche Funkdienstpläne für den internationalen und nationalen Verkehr entwickelt. Bis Anfang 1933 war die Zahl der unmittelbaren internationalen Beziehungen für den drahtlosen telegraphischen und telephonischen Verkehr, die die R. C. A. bzw. ihre für diesen Zweig ihrer Tätigkeit 1928 gegründete Tochtergesellschaft, R. C. A.-Communications Inc., unterhält, auf mehr als 40 angewachsen. Zu den in den letzten Jahren in Betrieb genommenen Funklinien der R. C. A. gehören die Verbindungen New York—Moskau und die Verbindungen mit China: San Francisco—Schanghai und San Francisco—Mukden. Auch 1932 machte der Ausbau durch Eröffnung des direkten Funkverkehrs mit Mexiko, Haiti und der Schweiz weitere Fortschritte. Im Verkehr mit Europa steht die R. C. A. allein mit den Gegenstationen von 14 Ländern im direkten drahtlosen Nachrichtenaustausch: Großbritannien, Norwegen, Schweden, Frankreich, Deutschland, Polen, Italien, Holland, Belgien, Türkei, Portugal, Spanien, Tschechoslowakei, Rußland. Eine der ältesten Funkverbindungen ist die mit Deutschland, die durch den bereits 1921 vollzogenen Abschluß eines Verkehrsvertrags von langjähriger Dauer begründet worden ist und sich als bedeutender Vermittler im Wirtschaftsverkehr der beiden Länder günstig entwickelt hat. Vertragskontrahent auf deutscher Seite war eine Tochtergesellschaft von Telefunken, die Transradio AG. für drahtlosen Überseeverkehr, die Ende 1931 in Liquidation getreten ist, nachdem die Deutsche Reichspost von dem ihr vertraglich zustehenden Recht, die Betriebsanlagen der Transradio in eigene Regie zu übernehmen, mit Wirkung vom 1. Januar 1932 Gebrauch gemacht hat.

Zu diesen direkten Funklinien treten noch die von anderen Tochtergesellschaften oder Mehrheitsbeteiligungen (Cuba Transatlantic Radio Corp., Canmar Investment Co., Canada) betriebenen Funkverbindungen und schließlich die mit ausländischen Gruppen gemeinsam verwalteten Stationen. Hier ist besonders die internationale Gemeinschaftsarbeit der R. C. A. mit Telefunken, Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd. und der französischen Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil zu erwähnen, die zusammen in Südamerika Funkstationen betreiben, welche auch von diesen vier Gruppen in gemeinsamem Vorgehen gebaut wurden. Die Grundlage für diese internationale Kooperation bildeten Verträge, die bereits im Jahre 1921, zu einer Zeit also, in der die politischen Verhältnisse und die allgemeine Stimmung dem Abschluß internationaler kommerzieller Abmachungen fast unüberwindliche Hindernisse in den Weg legten, zustande kamen mit dem Ziel, gemeinsam in Südamerika drahtlose Stationen auszubauen und diese Gebiete an das internationale Funknetz anzuschließen. Zunächst wurde in Argentinien eine leistungsfähige Großfunkstation für den transozeanischen Verkehr und die Verbindung mit Nordamerika geschaffen, der Funkstationen in Brasilien und Chile gefolgt sind, die auch untereinander im Verkehr stehen. Zum Zweck der Ausgestaltung dieser internationalen Verkehrsbeziehungen Südamerikas und der Durchführung der damit verbundenen Aufgaben hatten die vier großen Funkgesellschaften 1921 eine Gemeinschaftsorganisation, das Commercial Radio International Committee (C. R. I. C.), geschaffen, in der sie seitdem miteinander in ständiger Verbindung stehen.

Wie hier auf dem Verkehrsgebiet ein gemeinsames Vorgehen zustande gekommen war, so waren etwa gleichzeitig auch auf dem Patentgebiet zwischen den genannten vier Weltfirmen Abkommen über einen weitgehenden Austausch von Schutzrechten getroffen, durch die die technische Weiterentwicklung des Funkwesens, befreit von Patentstreitigkeiten, stark gefördert und beschleunigt ist.

Neben dem internationalen drahtlosen Nachrichtenverkehr betreibt die R. C. A. einen ausgedehnten maritimen Funkdienst zwischen Schiffen und Küstenfunkstellen, die in großer Zahl an wichtigen Punkten des Stillen und Atlantischen Ozeans, des Golfes von Mexiko und an den großen nordamerikanischen Seen unterhalten werden, sowie der Schiffe untereinander. Anfang 1933 hatten 1144 Schiffe Funkverträge mit der Radiomarine Corp. of America, der den Seefunkverkehr und die Einrichtung der betreffenden Funkanlagen versehenden Tochtergesellschaft der R. C. A., abgeschlossen, zu deren Aufgaben auch die Installation von Funkgerät in Flughäfen und Flugzeugen gehört.

Zu diesen beiden kommerziellen Funkdiensten trat später als verwandtes Betätigungsfeld der Unterhaltungsrundfunk, dessen Trägerin die Untergesellschaft des Konzerns National Broadcasting

[1] ETZ 1931, S. 1263.
[2] ETZ 1932 S. 399.
[3] Mehrheitsbeteiligung der R. C. A.

Digitized by Google

Co. ist, die bedeutendste Rundfunkprogrammlieferungsgesellschaft der Vereinigten Staaten. Aus ihren Senderäumen in New York, Washington, Chikago, San Francisco, den Hauptprogrammzentren des Landes, stellt sie ihre Darbietungen fremden Sendern, die sich in großer Zahl bei der auch auf diesem Gebiet in Amerika herrschenden Unternehmungsfreiheit im Besitz verschiedenster Institutionen des öffentlichen Lebens und kaufmännischer Unternehmungen befinden, gegen Entrichtung von Gebühren zur Verfügung. Anfang 1932 bediente die N. B. C. laufend 87 Sender, unter ihnen die wichtigsten der V. S. Amerika.

Neben dem transozeanischen und Schiffsfunkdienst gehörte zu den ursprünglichen Funktionen der R. C. A. auch der Vertrieb von Funkgerät für Rechnung der Elektrokonzerne. Hier erwuchs der R. C. A. in den ersten Jahren ihres Bestehens eine große absatzorganisatorische Aufgabe, als unvorhergesehen eine ganz außerordentliche Nachfrage nach Rundfunkempfangsapparaten auftrat. Die ungewöhnliche, in den Vereinigten Staaten frühzeitig einsetzende Entwicklung veranschaulicht am besten der Absatz der R. C. A. an Rundfunkgerät in den Jahren 1921 bis 1924. Er betrug

1921 . .	6,3	Mill	RM
1922 . .	47,5	„	„
1923 . .	94,5	„	„
1924 . .	212,9	„	„.

Dieses Rundfunkgeschäft der R. C. A., zu dem später, wie noch zu zeigen sein wird, auch die Eigenfabrikation in großem Umfange trat, bildet eine wichtige Etappe auf dem Wege zu ihrem neuen Arbeitsfeld, den sogenannten Amusement Industries, auf dem sie sich weiterhin in einem Ausmaß entfaltet hat, daß die Verwaltung der R. C. A. eine Zeitlang mit der Absicht umging, sich ausschließlich diesen neuen Geschäftszweigen zu widmen. Die ursprünglichen Funktionen der kommerziellen Funkdienste sollten dagegen abgestoßen und mit der International Telephone & Telegraph Corp. vereinigt werden, die neben den anderen Schnellnachrichtenmitteln auch die gleichen Funkdienste — im wesentlichen in gleichen Gebieten: Nord-, Mittel-, Südamerika, Philippinen — in bedeutendem, hinter der R. C. A. allerdings erheblich zurückbleibendem Umfange versieht und dadurch mit der Radio-Corp. in ein der Wirtschaftlichkeit der beiderseitigen gleichartigen Unternehmungen abträgliches Wettbewerbsverhältnis getreten ist. Von der Verwirklichung dieser längere Zeit verfolgten Vereinheitlichungsbestrebungen, die die Zusammenfassung fast des ganzen drahtlosen Nachrichtendienstes von Gesamt-Amerika in einer Hand bedeutet hätten, mußte jedoch Abstand genommen werden, weil darin ein Verstoß gegen die Bestimmungen der Antitrustgesetzgebung erblickt wurde.

Die weiteren Interessensphären der R. C. A. auf dem Gebiete der Unterhaltungsindustrie wurden Filmherstellung, -verleih und -vorführung und die Sprechmaschinen- und Schallplattenindustrie.

Den Anstoß zur Verbindung mit dem Filmgebiet, auf dem sich die R. C. A. eine vertikal gegliederte Kombination von Unternehmungen geschaffen hat, gab das Aufkommen des der Rundfunktechnik verwandten Tonfilms, an dessen Entwicklung die R. C. A. lebhaften Anteil nahm. Die Verbindung wurde 1927 durch die Erwerbung einer maßgeblichen Beteiligung an einem bedeutenden Filmhersteller, der Film Booking Office (F. B. O.) Pictures Corp., eingeleitet. Bereits im folgenden Jahre wurde das neue Interessengebiet durch Übernahme eines Anteils an der Radio Keith Orpheum Corp. erheblich vergrößert, der 1931 zum beherrschenden Einfluß ausgebaut ist. Bei diesem Unternehmen handelt es sich um eine Holdinggesellschaft, die 1928 zu dem Zweck gegründet wurde, zwei Dachgesellschaften auf dem Gebiete der Vergnügungsindustrien aufzunehmen, nämlich den Konzern der Keith Albee Orpheum Corp., der teils zu eigen, teils in Pachtung weit über 100 Lichtspieltheater besaß und diesen Besitz in der Folgezeit bedeutend vermehrt hat, und die erwähnte Filmherstellerin F. B. O. Pictures Corp., deren Name später in R. K. O., Radio Pictures Inc. geändert ist. Eine schon früher ergriffene Maßnahme zur besonderen Pflege der Interessen auf dem Tonfilmgebiet war die gemeinsam von seiten der R. C. A., General Electric und Westinghouse im Jahre 1928 durchgeführte Gründung der R. C. A. Photophone Inc., der die Aufgabe der Entwicklung und des Vertriebes von Tonfilmaufnahme- und -wiedergabeapparaten zugewiesen wurde. Anfang 1931 hatte die R. C. A. Photophone in den Vereinigten Staaten 1690 Lichtspieltheater und 635 im Ausland ausgerüstet, dazu kamen noch 413 Installationen in Schulen, Klubräumen u. dgl. Sie bleibt damit im Umfang ihres Tonfilmapparateabsatzes bedeutend hinter der zum Konzern der American Telephone & Telegraph Co. gehörenden Western Electric Co. bzw. deren spezieller Tochtergesellschaft, der Electrical Research Products Co., zurück, die zum gleichen Zeitpunkt im In- und Auslande rd. 7600 Theater mit Tonfilmapparaten nach dem eigenen Western-System beliefert hatte. In internationalen Abmachungen ist die R.C.A. Photophone neben der Electrical Research Products Co. als Vertreterin der amerikanischen Tonfilmapparate-Industrie bei den Verhandlungen mit europäischen Tonfilmgruppen hervorgetreten. Diese Verhandlungen, an denen deutscherseits als Apparatehersteller die Klangfilm-Gesellschaft teilnahm, führten 1930 zu dem Pariser Tonfilmabkommen, dessen Hauptergebnisse waren: Regelung des Weltgeschäfts in Tonfilmapparaten, allgemeiner Patentaustausch einschließlich der künftigen Erfahrungen und speziell für Filmverleih und -vorführung, die Erzielung der umstrittenen Interchangeability, der ungehemmten internationalen Austausch- und Vorführbarkeit der Filme. Neben der Elektroindustrie waren bedeutende Filmhersteller Vertragskontrahenten, auf amerikanischer Seite auch die Radio Keith Orpheum Corp.

Die engen Verbindungen, die sich zwischen Rundfunkindustrie einerseits, Sprechmaschinen- und Schallplatten-Industrie andererseits herausbildeten, deren Ausbreitung durch die von der Funktechnik für den gesamten Bereich der Elektroakustik ausgehenden Anregungen wirksam gefördert wurde, veranlaßten die R. C. A., sich auch diesem Gebiet zuzuwenden. Dies erfolgte Anfang 1929 durch die Übernahme der Victor Talking Machine Co. im Wege der Fusion. Hierdurch brachte die R. C. A. den größten Sprechmaschinen- und Schallplattenfabrikanten der V. S. Amerika unter ihren Einfluß. Mit dieser Transaktion war auch der Übergang einer Beteiligung an der führenden englischen Sprechmaschinen- und Schallplattenfirma Gramophone Co. Ltd. (His Masters Voice) verbunden, der das unmittelbare Eindringen der R. C. A. in das entsprechende britische Produktionsgebiet bedeutete. Anfang 1931 wurde diese Gesellschaft, die auch als Herstellerin von Rundfunkempfangsapparaten hervortritt, mit der im Fabrikationsprogramm gleichartigen britischen Columbia Graphophone Co. Ltd. zu einer neuen Holdinggesellschaft, der Electric and Musical Industries Ltd. zusammengefaßt, an der die R. C. A. einen etwa 30prozentigen Anteil besitzt. Von den genannten englischen Firmen hat die Gramophone Co. in Deutschland eine Tochtergesellschaft, die Electrola G. m. b. H., während die Columbia über einen kontrollierenden Einfluß auf das bedeutendste Schallplatten- und Sprechmaschinenunternehmen in Deutschland, die Carl Lindström A G., verfügt.

Der weitreichende und differenzierte Arbeitskomplex der R. C. A. erfuhr im Jahre 1930 auf einem Teilgebiet der Funkinteressen eine bedeutende Erweiterung und Abrundung. Wie ausgeführt, oblag der R. C. A. neben der betreibenden Tätigkeit als Funkunternehmen auch der Vertrieb von Funksende- sowie Empfangsgerät für die beiden großen Elektrokonzerne. Nunmehr wurde auch, um die Herstellung besser den Bedürfnissen des Marktes anzupassen, deren Fabrikation von Rundfunkempfangsapparaten und die betreffenden Fabrikationsrechte an die R. C. A. abgegeben. Kurz zuvor hatten die Stammfirmen auch die Radioröhrenherstellung an die R. C. A. abgezweigt. Das Recht der Eigenfabrikation von Sendegerät und Senderöhren, das die Konzerne sich vorbehalten hatten, hat die R. C. A. erst kürzlich im Zusammenhang mit dem Ausgang des noch zu behandelnden Patentprozesses erlangt.

Diese Vorgänge, die begleitet waren von der Übereignung der noch im Besitz der Elektrokonzerne befindlichen Anteile von R. C. A.-Untergesellschaften an die Konzernspitze gegen Übernahme von R. C. A.-Aktien, standen im Zusammenhang mit einer umfassenden Reorganisation der R. C. A. zum Zweck einer weitgehenden Vereinheitlichung und Vereinfachung des Geschäfts. Gemäß diesem Rationalisierungsplan bildet heute die R. C. A. Victor, in der kürzlich auch die auf dem Tonfilmgebiet tätige R. C. A. Photophone aufgegangen ist, den fabrikatorischen Schwerpunkt des Konzerns der Radio Corp. mit zentralisierter Produktionstätigkeit in Candem, New Jersey, sowie das Zentrum des Vertriebes und der Forschungsarbeit, in der die Versuche zur Lösung des Problems des elektrischen Fernsehens einen breiten Raum einnehmen. Gesondert wird die Röhrenherstellung betrieben, und zwar von der R. C. A. Radiotron, mit der der andere Röhrenproduzent des Konzerns, die E. T. Cunningham, zusammengefaßt wurde.

Digitized by Google

Durch die allmähliche Überleitung ihrer verschiedenen Aufgaben in eine Reihe besonderer Untergesellschaften hat die R. C. A. selbst schließlich den Charakter einer Holdinggesellschaft angenommen. Ihre Hauptaufgabe besteht in der Verwaltung des außerordentlich umfangreichen Radiopatentbesitzes. Er war durch Zusammenfassung der eigenen Radiopatente mit denen der General Electric, Westinghouse, der American Telephone & Telegraph Co. und anderer Elektrokonzerne entstanden, die sich untereinander unentgeltlich Benutzungsrechte eingeräumt hatten. Durch die Poolung der Patente, auf denen die R. C. A. ein System der Bauerlaubnisse errichtet hat, und durch das ihr allein eingeräumte Recht der Lizenzverleihung an Außenstehende, hatte die Radio Corp. eine gewisse Monopolstellung erlangt. Die getroffenen Maßnahmen zwischen den Elektrokonzernen und der R. C. A. auf dem Patentgebiet boten den Anlaß, daß gegen diese Gruppen im Frühjahr 1930 mit der Begründung der Verletzung der Antitrustbestimmungen Klage erhoben wurde, die Ausgang des vorigen Jahres durch einen Vergleich vor dem Bundesgericht in Wilmington beendigt wurde. Die gerichtliche Entscheidung bestimmt im wesentlichen, daß die General Electric und die Westinghouse ihre mehr als 50 % betragende Beteiligung an der R. C. A. innerhalb bestimmter Fristen veräußern müssen. Jedes zukünftige Abkommen der beteiligten Gesellschaften untereinander oder mit Dritten, das die Freiheit zur Benutzung eigener Patente oder die Gewährung von Benutzungsrechten an andere zu beschränken geeignet ist, wird verboten. In der Frage der Lizenzgewährung behält die R. C. A. weiterhin das Recht, Bauerlaubnisse nicht nur auf die eigenen, sondern auch auf die Radiopatente der bisher mit ihr verbundenen Elektrokonzerne zu erteilen und die Gebühren zu vereinnahmen, die auch die Konzerne zu entrichten haben, falls sie nach eigenen R. C. A.-Patenten produzieren wollen. Eine Änderung gegen früher liegt darin, daß die R. C. A. nicht mehr das ausschließliche Lizenzverleihungsrecht hat, sondern daß hierzu auch die Konzerne ermächtigt sind, soweit es sich um ihre eigenen Patente handelt. Durch die Beilegung des Rechtsstreites ist die Radio Corp. zum selbständigen Unternehmen geworden, sie nimmt eine überragende Stellung, besonders auf dem Gebiete des gesamten Funkwesens der V. S. Amerika im drahtlosen Nachrichtendienst sowohl als auch in der Fabrikation und der technischen Entwicklung ein.

In seinen Geschäftsergebnissen ist der Konzern durch die Wirtschaftskrise auf den verschiedenen Gebieten seiner Tätigkeit z. T. empfindlich getroffen. Am stärksten sind durch den allgemeinen wirtschaftlichen Niedergang diejenigen Interessen in Mitleidenschaft gezogen, die hauptsächlich im Dienste des immer mehr schrumpfenden Welthandels stehen, der internationale und maritime Funkverkehr. Aber auch die anderen, für den allgemeinen Konsumbereich arbeitenden Geschäftszweige wurden von der Schwächung der allgemeinen Kaufkraft getroffen, besonders die Sprechmaschinen- und Schallplatten-Industrie, die nach Jahren eines außerordentlichen Aufschwungs allenthalben in einer schweren Absatzkrise steht. Gleichfalls hat sich das Rundfunkgeschäft abgeschwächt. Die Verschlechterung der Geschäftslage drückt sich in einem fortschreitenden Einnahmerückgang aus. Die Bruttoeinnahmen fielen fortlaufend von 764 Mill RM im Jahre 1929 auf 281 Mill RM im Jahre 1932; an Stelle des Reingewinns (nach Abzug von Abschreibungen, Steuern, Zinsen) in Höhe von 66,8 Mill RM im Jahre 1929, von 3,2 Mill RM im Jahre 1931 ergab das Geschäftsjahr 1932 einen Verlust von 4,6 Mill RM.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Wasserkraftwerk Handeck in Oberhasli (Schweiz). — Als Nachtrag zu den von uns bereits gebrachten Mitteilungen[1] über die nach rd. sechsjähriger Bauzeit am 1. X. 1932 eingeweihte Wasserkraftanlage Handeck mit 120 000 PS installierter Leistung bringen wir noch einige Angaben über die bemerkenswerten Bauarbeiten. Um eine gleichmäßige Wasserversorgung zu ermöglichen, wurde die Schaffung von zwei Speicherbecken nötig, wobei die vorhandenen Naturseen Grimsel und Gelmer ausgenutzt werden konnten. Durch Errichtung der Spitallamm-Talsperre, 114 m hoch, 258 m lang, welche das Aartal abschließt, und der Seeuferegg-Talsperre, 240 m hoch, 352 m lang, die das Seeufereggtal abschließt, wurde die Speicherfähigkeit des Grimselsees auf 100 Mill m³ erhöht, wobei der Stauspiegel des neuen Sees auf + 1912 m liegt. Ein 5,2 km langer Druckstollen von 2,6 m Dmr. verbindet den Grimselsee mit dem Gelmersee, der durch die 35 m hohe und 370 m lange Gelmersee-Talsperre abgeschlossen worden ist; sein Stauinhalt wurde hierdurch auf 13 Mill m³ erhöht. Vom Gelmersee führt eine Druckleitung von 2,30 ··· 2,10 m Dmr. zum Kraftwerk Handeck.

In die Grimsel-Talsperren wurden insgesamt 410 000 m³ Beton eingebaut. Da wegen der beträchtlichen Höhenlage der Baustelle infolge des langen, strengen Winters nur wenige Sommermonate für die Bauarbeiten zur Verfügung standen, mußte eine sehr leistungsfähige Betonierungs-Installation vorgesehen werden. Dementsprechend war die Betoniereinrichtung für eine durchschnittliche Monatsleileistung von 30 000 m³ vorgesehen, die bis auf 50 000 m³ im Monat gesteigert werden konnte. Außer diesen bereits fertiggestellten Bauwerken sind noch folgende in Aussicht genommen:

1. Ein Ausgleichsbecken von 200 000 m³ Inhalt unterhalb des Kraftwerks Handeck;
2. Ein 10 km langer Druckstollen von 2,80 m Dmr. mit einer anschließenden 2 km langen Druckleitung von 2,30 m Dmr. zum neuen Kraftwerk Innertkirchen;
3. Kraftwerk Innertkirchen mit einer installierten Leistung von 160 000 PS (4 Turbinen je 40 000 PS, ausgenutzte Fallhöhe 660 m);
4. Vergrößerung des Umformerwerks Innertkirchen entsprechend der erhöhten Leistung.

(Génie civ. Bd. 102, S. 125.) *Sfz.*

[1] ETZ 1932, S. 955, 1155, 1159; 1933, S. 533.

Heizung. Öfen.

Elektrischer Lötkolben. — Unter der Bezeichnung „ERSA 32" ist vor kurzem ein elektrischer Lötkolben auf den Markt gebracht worden[1], der äußerlich durch handliche Form und geringes Gewicht (rd. 300 g einschl. Zuleitung und Stecker) gekennzeichnet ist. Er kann mit hammerförmigem oder mit geradem, vorn abgeschrägtem Kupfereinsatz ausgestattet werden, wie aus dem Schnitt Abb. 1 ersichtlich ist. Die Möglichkeit, das Kupfer schnell

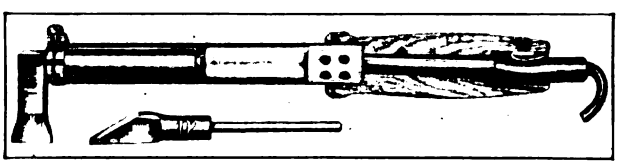


Abb. 1. Lötkolben.

auszuwechseln, ist hierfür von wesentlicher Bedeutung. Das Kupfer wird mit dem runden Stift, der in der zylindrischen Heizpatrone sitzt, mittels einer dreiteiligen Buchse und einer Schelle über dem Stil festgehalten, ist also mit einem Griff auszuwechseln. Letzteres ist auch für die Reinigung des Lötkupfers wichtig, welche bekanntlich bei jedem Kolben von Zeit zu Zeit vorgenommen werden muß, um die Bildung einer wärmeisolierenden Oxydschicht zwischen Kupfer und Heizkörper zu vermeiden. Der Heizkörper wird für alle gebräuchlichen Spannungen, auf Wunsch auch für Niederspannung hergestellt und hat normal eine Leistung von 100 W, die nach Wunsch auch erniedrigt oder erhöht werden kann.

Die Stromzuführung erfolgt über eine Klemme zu Verbindungsdrähten aus Sondermaterial, die in runden Buchsen endigen. In diesen Buchsen sitzen die Kontaktstifte des Heizkörpers. Verbindungsklemme und Verbindungsdrähte werden durch ein starkwandiges keramisches Rohr isoliert, welches eine Kombination einer Lüsterklemme mit einem Zweiloch-Isolierrohr darstellt und der ganzen Verbindung einen festen mechanischen Halt gibt, so daß auch ein Verdrehen und damit etwa ein Kurzschluß im Innern des Apparates selbst bei unsachgemäßer Behandlung ausgeschlossen ist (DRGM). Die mechanische Haltbarkeit des Gerätes wird erhöht durch die Art der Be-

[1] Hersteller: Ernst Sachs, Berlin-Lichterfelde W 13.

Digitized by Google

festigung des Stieles im Holzgriff, welche ein Verdrehen oder Lockern ausschließt (DRGM). Die Zuleitung ist gegen Verschleiß am Austritt aus dem Holzgriff durch eine Gummimuffe geschützt; außerdem ist sie gegen Zug und Verdrehung entlastet (DRGM). — Der Kolben verträgt ununterbrochenen Dauerbetrieb und eignet sich nicht nur zur Verwendung im Werkstatt- oder Fabrikbetrieb, sondern infolge seines mäßigen Preises auch für Arbeiten im Haushalt, Radiobau u. dgl. *fi*

Elektrischer Reflexionsofen. — Um kleinere Proben im Laboratorium schnell zu erhitzen, ohne daß eine Berührung mit einer fremden Substanz stattfindet, benutzen die Verfasser einen elliptischen Hohlspiegel aus Kupfer (42 bzw. 63 cm Dmr., 14,5 bzw. 18 cm Brennweite). Der Spiegel wird von außen mit Wasser gekühlt. In seinem einen Brennpunkt befindet sich ein elektrischer Lichtbogen für eine Höchststromstärke von 90 ··· 100 A. Als untere positive Elektrode dient eine Dochtkohle von 15 mm Dmr. mit einer Kühlschlinge aus zwei Windungen Kupferrohr, als negative Elektrode eine Homogenkohle von 7 mm Dmr. in einem doppelwandigen Kühler aus Kupferrohr. Der Hohlspiegel vereinigt die Wärmestrahlung im andern Brennpunkt der Ellipse. Dort befindet sich die zu erhitzende Probe. Die zum Erhitzen erforderliche Zeit beträgt nicht mehr als 15 min. Temperaturen über 2000 ° C werden mit Leichtigkeit erreicht. Der Wirkungsgrad beträgt bei blankem Spiegel etwa 25 % der dem Lichtbogen zugeführten Energie; doch setzt sich allmählich der Rauch des Lichtbogens als Belag auf dem Spiegel ab. (C. Benedicks u. J. Härdén, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 234.) *Br.*

Elektromaschinenbau.

Anlassen von Synchronmaschinen mit asynchronem Generator (Clarkesches Startverfahren[1]). — Bei einer theoretischen Untersuchung dieser Anlaßmethode betrachtet man zweckmäßig den Asynchrongenerator als Belastung der Synchronmaschine. Der Wert der Belastungsimpedanz hängt von der Drehzahl der Synchronmaschine ab und ergibt in Ortskurvendarstellung eine zirkulare Kubik. Für den Strom der Synchronmaschine werden Kurven vierten Grades als Ortskurven gefunden. Näherungsweise lassen sich diese durch zwei Kreise (bei Trommelinduktor) bzw. durch zwei Ellipsen (bei ausgeprägten Polen) ersetzen. Jeder Stufe des in den Läuferkreis des Asynchrongenerators eingeschalteten Anlaßwiderstandes entspricht eine eigene Ortskurve. Den Ortskurven kann der Verlauf des auf die Synchronmaschine wirkenden Drehmomentes entnommen werden. Es ist im Stillstand Null, wird dann zuerst generatorisch und nimmt erst nach abermaligem Nulldurchgang für das Anlassen verwertbare motorische Werte an. Die Synchronmaschine kann also nicht aus dem Stillstand anlaufen, sondern muß zuerst auf eine innerhalb des Motorbereiches liegende Drehzahl gebracht werden. Bei entsprechend großem Wert des Anlaßwiderstandes kann diese Anfangsdrehzahl, für die sich eine einfache Beziehung ergibt, auf sehr kleine Werte (3 ··· 5 % der Nenndrehzahl) gebracht werden; die Synchronmaschine kann daher mittels eines Vorgelegemotors angeworfen werden. Durch die Notwendigkeit des Anwerfens wird diese Anlaßmethode auf Synchronmaschinen beschränkt, die nur mit kleiner Last anzulaufen brauchen. Vorteilhaft ist die mechanische Trennung von Anlaßgenerator und Synchronmaschine, wodurch die Verwendung desselben Asynchrongenerators zum Anlassen beliebig vieler Synchronmaschinen ermöglicht wird. (K. Blaufuß, Dissertation T. H. München 1932.) *Sb.*

Beleuchtung.

Theater-Oberleuchten. — Für eines der Radio-City-Theater in New York sind Oberlichtlaternen („Down Lights") konstruiert worden, deren Bauart von der der bisher bekannten Leuchten, z. B. der Spielflächenlaternen, abweicht. Die Optik besteht aus einem Spiegel in der Form eines halben Rotations-Ellipsoids, dessen Rotationsachse die große Achse ist. In der Ebene der kleinen Achse ist ein ebener Spiegel als Abschluß der Leuchten angebracht. Der Durchmesser dieses ebenen Spiegels beträgt etwa 30 cm. Die am Ellipsenscheitel befindliche kreisförmige Austrittsöffnung hat einen Durchmesser von etwa 5 cm. Vor der Austrittsöffnung befinden sich zwei Plankonvexlinsen von 12,5 cm Dmr. und 18. bzw. 20 cm Brennweite. Die erste Linse befindet sich in einem Abstand von 10 cm von der Lichtquelle, einer 250 W-Lampe, die im Brennpunkt der halben Ellipse angeordnet ist.

Der Weg der Lichtstrahlen ist für die einzelnen vom Leuchtkörper ausgehenden Richtungen verschieden. Die Strahlen treten entweder direkt aus der Öffnung heraus, oder sie werden einmal, zweimal, viermal oder sechsmal reflektiert. Abgesehen von den dabei vorkommenden Reflexionsverlusten tritt schließlich der Gesamtlichtstrom der Lampe aus der Öffnung aus. Theoretisch errechnet sich mit Berücksichtigung der Reflexionsverluste (Reflexionsvermögen 70 %), aber unter Zugrundelegung einer punktförmigen Lichtquelle und mit Vernachlässigung der Mehrfachabsorption im Glühlampenkolben ein Wirkungsgrad von 45 %, während der tatsächlich gemessene Wirkungsgrad 23 % beträgt.

Eine theoretische Überlegung zeigt, daß bei Anwendung einer hyperbolischen anstatt einer ebenen Abschlußfläche der Wirkungsgrad noch um etwa 10 % des jetzigen Wertes erhöht werden kann. (E. B. Kirk, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 280.) *F. Bn.*

Zahlen aus der nordamerikanischen Beleuchtungsindustrie. — Einer Untersuchung des U. S. Bureau of the Census von 1932 zufolge entfallen in den V. S. Amerika von der Jahreserzeugung der Beleuchtungsindustrie etwa 85 % auf elektrische Vorrichtungen, deren Wert 1931 rd. 230,934 Mill RM betrug, während der der Gesamtproduktion dieser Industrie 271,833 Mill RM ausmachte, d. s. nahezu 53 % weniger als 1929 (577,892 Mill RM). Für Wohnungsbeleuchtung stellten sich die beiden Jahresbeträge auf 107,353 bzw. 215,278 Mill RM, für Geschäftsbeleuchtung auf 33,141 bzw. 64,262 und für Beleuchtung in der Industrie auf 4,844 Mill RM (Zahlen aus 1929 sind unvollständig). Die Ausrüstungen für verschiedenartige elektrische Beleuchtung werden von dem eingangs genannten Amt für 1931 mit 78,124 Mill RM bewertet, wovon 55,254 Mill RM auf Vorrichtungen für Kraftwagen zu rechnen sind. Die Lieferungen der Beleuchtungsindustrie an Werkstätten haben sich in den beiden Jahren um 30 % von 6,850 auf 4,844 Mill RM verringert; am meisten gelitten hat im übrigen der Absatz von Beleuchtungseinrichtungen für Schaufenster und -kästen, Kronleuchter usw., der um 70 bis 80 % unter dem Durchschnitt blieb. Die Beleuchtungsindustrie beschäftigte im Jahr 1931 14 346 Lohnarbeiter, d. s. 39 % weniger als 1929; die Zahl ihrer Werke ist um 18 % auf 503 und die gezahlte Lohnsumme um rd. 47 % auf 73,476 Mill RM zurückgegangen. Die Fertigung von Glühlampen hat in dieser Statistik keine Berücksichtigung gefunden. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 710.) *fm.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Verschubdienst für Fabriken. — Die gedrückten Wirtschaftsverhältnisse verlangen alle erdenklichen Ersparnisse im Betriebe und führten zu einer Verwendung von einfachen Güterwagen für Verschiebelokomotiven im inneren Werkbetriebe. Die zeichnerische Darstellung, Abb. 2, zeigt einen im Fabrikbetriebe vorhandenen Güterwagen mit einem Antriebsatz ausgestattet, der aus einem 10 kW-Elektromotor, einer Zahnrad- und Kettenübertragung, einem Fahrschalter, Widerstand und einer Akkumulatorenbatterie besteht. Er ist so gebaut, daß er unter jeden vorhandenen Eisenbahnwagen gehängt werden kann, um mit den geringsten Montagekosten ein brauchbares Motorfahrzeug zu ergeben. Je nach der Tagesleistung ist die Größe der Batterie zu bemessen; sie beeinflußt den Anschaffungspreis entsprechend. Bei normaler Zugleistung eines 100 t-Zuges im Tagesdienst kosten der Antriebsatz 4500 RM, die Batterie 2600 RM, die Montage, Fracht und Verpackung etwa 300 RM, zusammen also 7400 RM Anschaffung.

Der Betrieb berechnet sich bei jährlich 300 Arbeitstagen und täglicher Entladung der Batterie für 25 ··· 30 km Fahrt zu:

1.	Finanzdienst: 6 % Zinsen, 20jährige Abschreibung 2,7 %	550,— RM
2.	Unterhaltung des maschinellen Teiles 3 %	135,— „
3.	Unterhaltung der Batterie, zugleich Erneuerung bzw. Unterhaltungs-Versicherung der Afa	1200,— „
4.	Schmiermittel	30,— „
5.	Stromkosten für 10 000 kWh im Jahr und 5 Pf/kWh	500,— „
6.	Verschiedenes und zur Abrundung	85,— „
	Betriebskosten im Jahr	2500,— RM
	„ je Tag	8,33 „

[1] E. Unger, DRP. 360 534 (1920). — E. V. Clark, J. Instn. electr. Engr. Bd. 62, S. 878 (1924). — R. Brüderlin, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 97 (1925).

Digitized by Google

ohne Personalkosten. Die Personalkosten brauchen nur anteilig berechnet zu werden, da jeder ungelernte Arbeiter das Schleppzeug führen kann und nur die wirklichen Verschiebestunden in Ansatz zu bringen sind, also etwa 5 h am Tag.

Es wird also durch den Einbau des Antriebsatzes in einen ausgemusterten Eisenbahnwagen ein besonders billiges und für mittlere Förderleistungen durchaus leistungsfähiges Akkumulatoren-Schienenschleppzeug geschaffen. Die Vorzüge, die dem elektrischen Fahrzeug eigentümlich sind, wie einfache Bedienung und Wartung, Geräuschlosigkeit, stets fertige Betriebsbereitschaft ohne Energieverbrauch in den Betriebspausen, keine Ruß-, Abgase- oder Rauchentwicklung, sind hier im vollen Umfange vorhanden. Wird dieses Schleppzeug an der richtigen Stelle eingesetzt und seine Batterie richtig ausgewählt, dann ist es das billigste und zuverlässigste Verschubgefährt, zumal man bei ihm mit einer 30jährigen Lebensdauer wird rechnen können.

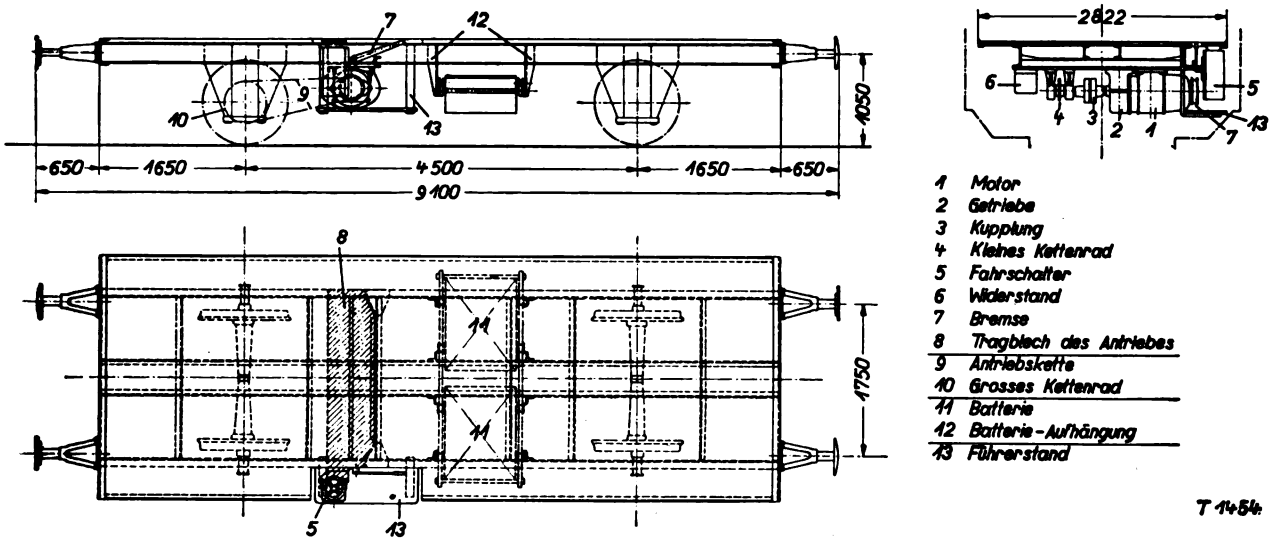


Abb. 2. Schienenschleppzeug, bestehend aus normalem Güterwagen mit akkumulator-elektrischer Antriebseinrichtung.

Max Schiemann †, Wurzen i. Sa.

Elektrische Antriebe.

Siwag-Ventilator. — Bei den üblichen Kleinventilatoren wird der innere Teil des Flügelkreises meistens durch den Antriebskörper abgedeckt; man beachtete bisher nicht den Zu- und Abstrom der Luft oder des Gases, obgleich die Antriebskörper diese Verhältnisse noch verschlechterten. Vergeblich versuchte man diese Nachteile durch Verkleidung der Antriebsmotoren mit stromlinienförmigen Hauben und Körpern zu beseitigen. Infolge der Abschleuderwirkung bei großen glatten Hauben erreichte man an der Flügelwurzel nur noch schlechtere Verhältnisse als bei einem freilaufenden Flügel.

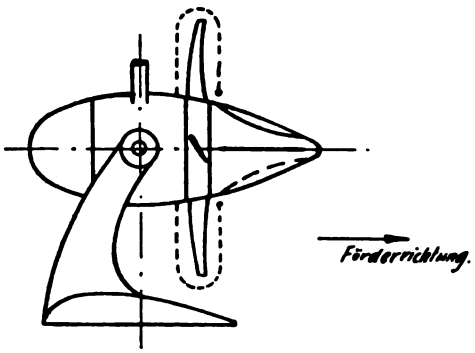


Abb. 3. Siwag-Ventilator.

Die Beseitigung dieser Nachteile führte zur Konstruktion des Ventilators der Siwag-Propeller-Rotorenbau G. m. b. H., Hamburg, der eine große Saugwirkung in der Mitte des Ventilatorflügels aufweist; durch ausgeglichene Kontraktion des Luftstroms vor und hinter dem Flügel wird die Luftmenge verdichtet und somit die Fördermenge vergrößert, gleichzeitig auch ein Abreißen der Luftströme um den Antriebskörper verhindert. Abb. 3 zeigt den Ventilator, der auch für Einbau in Mauerwerk oder Rohre geliefert wird, in freistehender Ausführung; der Motor ist im Mittelteil des stromlinienförmigen Gehäuses untergebracht. Der Flügelraddurchmesser beträgt normal 240 ··· 600 mm, kann aber auch bis 3000 mm ausgeführt werden. *fi*

Hochspannungstechnik.

Schichtung von Isolierstoffen. — Die Berechnung der Durchschlagspannung für geschichtete Anordnungen nach den üblichen Formeln ist umständlich. Es wird gezeigt, daß man auch diese Anordnungen nach dem vom Verfasser angegebenen Durchschlagsgesetz $U_d = \mathfrak{E}_d\, a\, \eta$ berechnen kann (U_d Durchschlagspannung, $\mathfrak{E}_d$ Durchschlagfestigkeit, a Schlagweite, η Ausnutzungsfaktor). Für koaxiale Zylinder wird eine Formel entwickelt, mit deren Hilfe man die „günstigste" Schichtung von Isolierstoffen berechnen kann. Endlich wird gezeigt, unter welchen Umständen eine Schichtung von Isolierstoffen sogar schädlich wirkt. (A. Schwaiger, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 12, S. 850.)

Koronamessungen für Leitungen zwischen 220 und 330 kV. — Aus Anlaß einer wirtschaftlichen Erörterung über die Übertragungsleitung von Boulder Canyon nach Los Angeles wurden Koronamessungen mit Phasenspannungen bis 600 kV an Hohlleiter-Kupfer- und Aluminiumkabeln von 2,87 ··· 5,1 cm Dmr. ausgeführt. Während der Messungen wurden Tagesschwankungen der Koronaverluste festgestellt, deren Ausmaß nicht auf die üblichen täglichen Veränderungen der Luftdichte zurückgeführt werden kann. Aus weiteren, noch nicht völlig ausgewerteten Versuchsergebnissen scheint hervorzugehen, daß die Luftdichtewerte nicht aus der Lufttemperatur, sondern der Leitertemperatur errechnet werden sollten. Weiter zeigte sich, daß die kritische Spannung U_0 nicht verhältnisgleich mit der Luftdichte, wie im allgemeinen angenommen, sondern eine andere Funktion derselben ist.

Die Untersuchung des Einflusses der Oberflächenbeschaffenheit der Kabel auf die Koronaverluste ergab, daß letztere erheblich durch das Fett gesteigert werden, das fabrikneuen Kabeln von der Herstellung her anhaftet. Durch Waschen der Kabel in einer das Fett und sonstige Unreinigkeiten lösenden Seifenlauge und gründliches Spülen mit Wasser kann eine bedeutende Minderung der Koronaverluste aus diesen Ursachen erzielt werden. In Abb. 4 zeigt die Schaulinie *1* die Verluste an einem neuen ungewaschenen Kabel von 2,87 cm Dmr., das nach Verlassen der Fabrik 3 Jahre lang verpackt gelagert hatte. Schaulinie *2* gibt die Verluste nach dem Waschen und Abspülen desselben Kabels wieder. Das Polieren gewaschener Kabel mit Stahlbürsten setzt nach Schaulinie *3* die Koronaverluste nur unwesentlich weiter herab. Dagegen ergibt sich nach dem Hochglanzpolieren der Leiteroberflächen mit Polierrot (Schaulinie *4*) eine ganz beträchtliche Minderung der Koronaverluste. Leider nähern sich die Verluste bereits nach wenigen Tagen denen des ledig-

Digitized by Google

lich gewaschenen Kabels. Um die Verhältnisse bei der Behandlung tatsächlicher Leitungsverlegung nachzuahmen, wurde das Kabel etwa ¾ km über feinen Felsensand geschleift. Die Schaulinie *5* der hierauf gemessenen Verluste liegt überraschenderweise unter der Verlustlinie *1* des fabrikneuen, gefetteten Kabels. Weil das Kabel vor dem Schleifen über den Sand gewaschen worden war, erscheinen die Ergebnisse günstiger als bei einem während der Verlegung über den Erdboden geschleiften ungewaschenen Kabels. Die Verluste verringerten sich im Laufe von 7 Monaten bis unter die bei dem gewaschenen Kabel festgehaltenen Werte, von wo ab sie im wesentlichen unveränderlich blieben.

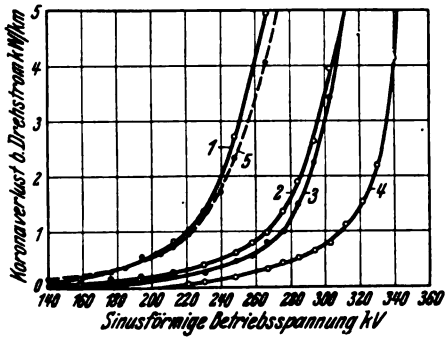
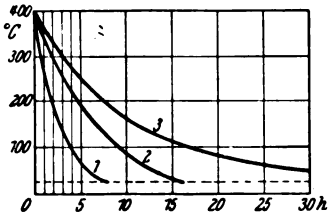


Abb. 4. Koronaverluste an einem Leitungseil von 2,87 cm Dmr.

Mit Vergrößerung des Seildurchmessers wird bei neuen, gewaschenen Kabeln die Grenze der Betriebspannung, bei der die Koronaverluste einen bestimmten, zulässigen Wert nicht überschreiten, um einen Betrag nach oben verschoben, der verhältnisgleich mit dem Faktor $r \log S/r$ der kritischen Spannung V_0 ist, wobei r den Seilradius und S den Leiterabstand bedeuten. Vollständige Verdrillung einer Drehstromleitung auf 300 m Länge ergab die gleichen Koronaverluste wie an einer unverdrillten Leitung. Bei waagerechter Anordnung der 3 Leiter in einer Ebene waren die Koronaverluste ein wenig höher als bei einer Leitung mit Dreiecksanordnung und äquivalentem Leiterabstand. (J. S. Carroll u. B. Cozzens, Amer. Inst. electr. Engr., Paper 32-113, Pacific Coast Convention, Herbst 1932.) *O. N.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Bewegung großer Dampfturbinen mit Rücksicht auf Betriebspausen. — Die Steigerung der Einheitsgrößen und Verwendung hoher Temperaturen haben die Entwicklung der Wärmekraftmaschinen beeinflußt. Unter normalen Verhältnissen wird die Turbinenwelle infolge ihrer



Kurve *1* Welle von 100 mm Dmr.
„ *2* „ „ 200 „ „
„ *3* „ „ 400 „ „

Abb. 5. Abkühlungsgeschwindigkeit verschiedener Wellen an der freien Luft ($t = 30$ ° C). Ausgangstemperatur 400 ° C.

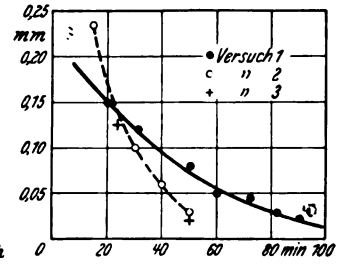


Abb. 6. Zeitlicher Verlauf der Deflektion einer falschen Welle während des Anwärmens bei langsamem Lauf.

Umdrehung durch und durch gleichmäßig erwärmt. Infolge Belastungschwankungen wird der Dampfstrom in der Turbine verändert und dadurch die Temperatur von Stufe zu Stufe, hauptsächlich in axialer Richtung. Nach dem Abstellen der Turbine beginnt die teilweise Abkühlung der inneren Teile, die allgemeine Abkühlung dauert viele Stunden, so bei den Wellen großer Einheiten 36 h und mehr. Die Temperaturverhältnisse im Kern einer Welle während der Abkühlungszeit sind in Abb. 5 gezeigt. Für die Berechnung wurden unendlich lange Wellen, die in freier Umgebung abkühlen, angenommen. Nun liegt in einer Turbine die Welle nicht offen, sondern in einer Umgebung mit ebenfalls erwärmten Teilen, die auch bei der Abkühlung Wärme abgeben; außerdem ist die Turbine noch gut isoliert, wodurch die lange Abkühlungszeit leicht zu erklären ist. Wenn nun die Turbine während der Abkühlung stillsteht, kann die Welle vorübergehend krumm werden. Eine deformierte Welle macht ein gutes Anfahren unmöglich; große einseitige Zentrifugalkräfte sind vorhanden, wodurch in den meisten Fällen ein Erreichen der normalen Geschwindigkeit nicht ohne ernsthafte Gefahr für die Maschine möglich ist. Als Primärursache von Wellendeformation kann einseitige Abkühlung angenommen werden, weil einerseits der Wärmestrom von der warmen Masse des Stators und anderseits der vom Rotor nach der inneren und äußeren Umgebung nicht symmetrisch zur Wellenachse erfolgt; die Ursachen sind emporsteigende Strahlungswärme, einseitiger Anschluß an den Kondensator, die Grundplatte der Maschine, die horizontale Gliederung usw. Die Welle liegt in einem Temperaturfeld asymmetrisch zu ihrer Achse. Hieraus ergibt sich als sekundäre Ursache, daß infolge der Durchbiegung stets die gleiche unterste Faser der größten Beanspruchung ausgesetzt ist, während bei einer rotierenden Welle eine dauernde Veränderung in dieser Richtung hin erfolgt.

Vorübergehend durchgebogene Wellen können durch Anwärmung mit Dampf und langsamen Gang geradegerichtet werden. Abb. 6 zeigt die Biegungen einer Welle während der Zeit ihres Geraderichtens. Bei Versuch 1 stand die Welle 48 h ohne Bewegung und hatte ihre Temperatur vollständig abgegeben, sie hatte sich deformiert. Bei Versuch 2 hatte die Welle nur 10 h stillgestanden und war nur unvollkommen abgekühlt, bei Versuch 3 betrug der Stillstand 5 h. In den beiden letzten Fällen war eine schnellere Wirkung des Anwärmens möglich. Hieraus ergab sich, daß die Turbinenwellen während der Abkühlung nicht dauernd in derselben Lage verharren können, da bei völliger Abkühlung ohne Bewegung die Welle unter Umständen ihre Exzentrizität beibehalten kann. Zur Aufklärung dieser Fragen wurden im Laboratorium von Escher-Wyss besondere Versuche gemacht. Abb. 7 zeigt eine hierzu verwendete Vorrichtung. Eine Hälfte der Kupplung am Turbinenende der Welle *1* ist als Schneckengetriebe *2* gebaut. Motor *3* treibt Schnecke *5* über Welle *4*, die die Rotation mit hochreduzierter Geschwindigkeit auf Welle *7* über Schneckenrad *6* überträgt. Schnecke *8* reduziert die Geschwindigkeit weiter und treibt Schneckengetriebe *2* und Turbinenwelle *1* und ist auf Welle *7* aufgekeilt, sie kann in der Pfeilrichtung bewegt werden. Wenn die Turbine durch eine andere Quelle als Schnecke *8* bewegt wird, schieben die Zähne des Schneckengetriebes die Schnecke *8* soweit in Richtung *A*, daß die Schnecke nicht länger eingreift. Feder *9*, durch Sperre *10* gehalten, schiebt die Schnecke *8* noch weiter vor bis zur Sperre *11*. Ist die Reibung der Teile größer als das Anlaufmoment des Motors *3*, so muß Kurbel *12* gebraucht werden. Für langsames Drehen einer 20 000 kW-Turbine sind 3 ··· 5 PS erforderlich. Kann eine solche Vorrichtung nicht angebracht werden, so muß der Rotor mit Hilfe von Hebel und Zahnstangen bewegt werden, anfangs in Zeitabständen von 30 min, später in solchen von 1 h, wobei der Rotor um 45 ° gedreht wird.

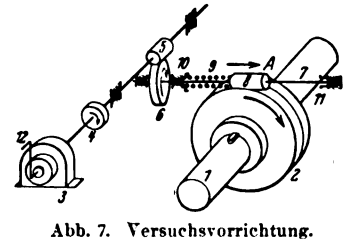


Abb. 7. Versuchsvorrichtung.

Das eben beschriebene Getriebe besitzt den Vorteil, daß die Anfahrzeit einer Turbine abgekürzt wird, und nach Ausrichten der Welle kann die Turbine innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit auf die normale Geschwindigkeit gebracht werden. Beim Anfahren einer Turbine im halbwarmen Zustande muß wegen der Ungewißheit über den Wellenzustand erhöhte Aufmerksamkeit angewendet werden. Unter keinen Umständen kann das Innere der Turbine während des Stillstandes vorgewärmt werden, da dies sicherlich zu einer Wellendeformation führen würde. Aus gleichem Grunde darf der Absperrdampf niemals in die Stopfbüchsen geleitet werden, wenn die Welle noch in Ruhe ist. Bei Schwingungen während des Anfahrens muß die Turbine stillgesetzt werden, da sonst keine Beruhigung der Welle einsetzen kann. Mängel dieser Art können, jedoch müssen nicht auftreten.

R. W. Müller.

Verschiedenes.

Maschinentechnische und elektrotechnische Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal. — Im neuen Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie

Digitized by Google

Clausthal (Harz) finden, wie in den drei Vorjahren, so auch 1933 unter Leitung von Professor Süchting wieder zwei praktische Ferienkurse statt, u. zw. Kurs I vom 7. bis 12. VIII. 1933 für maschinentechnische Übungen, Kurs II vom 9. bis 14. X. 1933 für elektrotechnische Übungen. Näheres enthält das „Auskunftsblatt", das jedem Interessenten auf Anfordern vom Institut kostenlos übersandt wird.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

14. Jahres-Hauptversammlung des Deutschen Verbandes der Elektrizitätswerke in der Tschechoslowakei mit dem Sitz in Karlsbad. — Die Versammlung fand in Gablonz a. N. in der Zeit vom 18. ··· 20. V. 1933 statt.

Im Mittelpunkt der bei dieser Gelegenheit gehaltenen Vorträge stand das aktuelle Thema der Hebung des Stromverbrauches im Haushalt (Ing. Zapletal, Direktor Rummler) sowie der Kleinabnehmer-Strompreis für spezielle Zwecke (Direktor Korn). Vom verwaltungstechnischen Gesichtspunkt bot der Vortrag vom Syndikus des Verbandes, Dr. jur. Köhler, über die Gebühren und steuerrechtliche Fragen in der Praxis der Elektrizitätswerke wertvolle Anregungen.

Bei der zunehmenden Bedeutung der Elektrowärme für die Industrie waren die Vorträge von Dr. Paschkis über die verschiedenen industriellen Anwendungen der Elektrowärme sowie der Vortrag von Dr.-Ing. Kauders über den Netzanschluß von Schweißumformern vom Standpunkt der Elektrizitätswerke besonders zeitgemäß.

Weitere Vorträge hielten Dipl.-Ing. Kühn über den Schutz gegen Überschläge durch Überspannungen und Dr. Mengele über den Ausgleich von Spannungsschwankungen durch selbsttätig geschaltete Stufentransformatoren. Ing. G. W. Meyer, Bodenbach.

7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris vom 16. ··· 24. VI. 1933. — Wie an anderer Stelle[1] bereits berichtet wurde, findet in diesem Jahr die 7. Tagung der Internationalen Hochspannungskonferenz in Paris statt, an der Deutschland zum erstenmal teilnimmt, nachdem die deutsche Sprache als gleichberechtigt mit den sonst in der Technik gebräuchlichen Hauptsprachen anerkannt worden ist.

Auf der Tagung werden in Fachberichten und Diskussionen die aktuellsten Fragen der Elektrotechnik behandelt, u. zw. aus den Gebieten:

a) Bau und Betrieb von Zentralen und Unterstationen, Generatoren, Transformatoren, Schalter mit und ohne Öl;
b) Bau, Isolierung und Wartung von Hochspannungsnetzen;
c) Betrieb, Schutz und Zusammenschluß von Netzen.

An etwa 120 vorliegenden Fachberichten ist der Deutsche Ausschuß der Internationalen Hochspannungskonferenz mit 23 Fachberichten beteiligt. Da entgegen der ursprünglichen Schätzung mit etwa 700 Tagungsteilnehmern zu rechnen ist, wurde die Dauer der Tagung verlängert. Sie findet in der Zeit vom 16. ··· 24. VI. 1933 in Paris, Salle Hoche, Avenue Hoche 9, statt.

Die Teilnehmergebühr beträgt 375 Fr, wofür unter anderem ein vollständiger Satz sämtlicher Berichte geliefert wird. Nähere Auskunft erteilt der Deutsche Ausschuß der CIGRE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

[1] ETZ 1933, S. 94, 114, 294.

AUS LETZTER ZEIT.

Fernsprechwesen in Deutschland. — Die Zahl der insgesamt in Deutschland vorhandenen Sprechstellen betrug Ende März 1933: 2 960 401. Gegenüber dem bisher erreichten Höchststande von insgesamt 3 247 012 Sprechstellen Ende März 1931 ist damit infolge der Krise ein Rückgang der Sprechstellen um 286 611 eingetreten. Der Stand Ende März 1933 entspricht ungefähr den Ende des Jahres 1928 vorhandenen Sprechstellen, die sich damals auf 2 950 430 beliefen.

Wasserkraftausbau in Litauen. — Anfang Mai d. J. hat in Kaunas (Kowno) eine Konferenz stattgefunden, um Pläne für den demnächst in Angriff zu nehmenden Ausbau der Wasserkräfte des Landes festzulegen. Zur Debatte standen zwei Projekte, u. zw. ein Wasserkraftwerk am Njemen in der Nähe von Petrasunai und ein Kraftwerk am Neris (Vilija, in der Nähe von Klebouiskiai). Endgültige Beschlüsse sind allerdings noch nicht gefaßt worden, weil zunächst eine von der Konferenz eingesetzte Kommission die Projekte nachprüfen und vor allen Dingen feststellen soll, ob nicht auf Grund der in der Zwischenzeit eingegangenen neuen Vorschläge die Energieversorgung durch Wärmekraft eine wirtschaftlichere Lösung bietet.

Belebung bei der Robert Bosch AG., Stuttgart. — Die Gesellschaft hat sich laut Frankf. Ztg. entschlossen, im Zusammenhang mit ihrem Stuttgarter Fabrikkomplex einen Neubau zu errichten, der vor allem ihr Verkaufsbüro Stuttgart und heute noch zerstreut liegende Fabrikationsbetriebe aufnehmen soll. Der Wert des Bauobjektes beläuft sich auf ungefähr 1 Mill RM. Der Bau soll demnächst in Angriff genommen und im nächsten Frühjahr bezugsfertig werden. Die Gesellschaft konnte seit Herbst des vergangenen Jahres rd. 1200 Arbeitskräfte neu einstellen, so daß gegenwärtig die Belegschaft in Stuttgart und Feuerbach rd. 9000 Arbeiter und Angestellte beträgt.

Neueinstellungen und Änderungen des Vorstandes bei Osram. — Die Osram G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin, beabsichtigt, zur Unterstützung der Bestrebung der Reichsregierung um Arbeitsbeschaffung in nächster Zeit die Belegschaft um etwa 500 Personen zu vermehren. Es sind größere Aufträge für Handwerk und Industrie auf Erneuerung und Ausbesserung der Betriebe in Aussicht genommen. Aus der Geschäftsleitung der Gesellschaft sind aus eigener Entschließung die Herren Gen.-Dir. Dr. Meinhardt, der Ehrenpräsident des internationalen Glühlampenkartells, und Dir. Dr. Salomon ausgeschieden. Den Vorsitz des Vorstandes hat Herr Geh. Rat Dr. Schlüpmann übernommen.

Besitzwechsel in der Dampfkesselindustrie. — Nachdem die Hannoversche Maschinenbau AG. vorm. Georg Egestorff (Hanomag), Hannover-Linden, den Betrieb der Abteilung Dampfkessel- und Feuerungsbau eingestellt hat, hat die Firma L. & C. Steinmüller, Röhrendampfkessel- und Maschinenfabrik, Gummersbach, die Lizenz zur Herstellung der bisher von der Hanomag gebauten Strahlungs-Hochleistungskessel, Bauart Hanomag-Schneider, erworben. Ferner hat Steinmüller den Bau und den Vertrieb der in Fachkreisen allgemein bekannten, bisher von der Hanomag gebauten Heißdampfkühler (Temperaturregler), System Bayer, übernommen. Die Modelle und Konstruktionsunterlagen des Heißdampfkühlers sind aus dem Besitz der Hanomag in den Besitz von Steinmüller übergegangen.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Isolierstoffe.

Entwurf 1.

VDE 0315

Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan.
(Zusammenfassung von VDE 0316 und 0317)

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.
§ 3.

III. Beschaffenheit.
§ 4. Allgemeines.
§ 5. Zulässige Maßabweichungen.
§ 6. Chemische Eigenschaften.
§ 7. Feuchtigkeitsgehalt.

IV. Allgemeine Prüfbestimmungen.
§ 8. Probenahme.
§ 9. Vorbehandlung.

V. Mechanische Prüfung.
§ 10. Zugfestigkeit.
§ 11. Falzzahl.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Unterkommission „Preßspan" hat als Zusammenfassung von VDE 0316 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Tafel-Preßspan" und VDE 0317 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Rollen-Preßspan" einen Entwurf 1 zu

VDE 0315

„Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan"

aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Diese Leitsätze sollen die beiden bisher bestehenden ersetzen, sie enthalten einige sachliche Änderungen. Für ihre Verabschiedung und Inkraftsetzung zum 1. Januar 1934 wurde vom Ausschuß eine Bevollmächtigung des Vorstandes erbeten.

Ferner hat die Unterkommission einen Entwurf zu dem Normblatt

DIN VDE 602 „Rollen-Preßspan"

aufgestellt, der ebenfalls nachstehend veröffentlicht wird.

Einsprüche und Anregungen zu den beiden Entwürfen sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. Juli 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

VI. Elektrische Prüfung.

§ 12. Durchschlagspannung.
§ 13. Widerstand im Innern.

VII. Prüfung der Wärmebeständigkeit.

§ 14.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsäze treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für Preßspan in Tafeln und für Preßspan in Rollen. Sie gelten nicht für starken Tafelpreßspan, der aus mehreren Lagen zusammengeklebt ist (sog. Blockspan).

Sofern für die Verwendung in Öltransformatoren auf geringere Schwindungsziffern Wert gelegt wird, gelten die nachfolgenden Bestimmungen über Falzzahlen (§ 11) nicht.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Preßspan ist eine feste und zähe gepreßte Pappe, deren Oberfläche nach der Herstellung mehr oder weniger nachbearbeitet wurde.
b) Tafelpreßspan wird nur in Tafeln geliefert; seine Dicke liegt zwischen 0,2 und 5 mm.
c) Edelpreßspan ist ein Tafelpreßspan größerer Dichte, der in Bezug auf elektrische und mechanische Eigenschaften höheren Anforderungen gewachsen ist.
d) Rollenpreßspan ist ein Preßspan geringerer Dichte und wird in Rollen (oder in Tafeln von beliebiger Länge geschnitten) geliefert; seine Dicke liegt zwischen 0,1 und 1 mm.

III. Beschaffenheit.

§ 4.

Allgemeines.

a) Die Oberfläche von Preßspan ist 2-seitig geglättet, 1-seitig geglättet oder ungeglättet (matt), die von Edelpreßspan ungeglättet (matt). Sie soll keine sichtbaren Poren aufweisen.
b) Das Gefüge von Preßspan soll gleichmäßig dicht sein.
c) Die Farbe von Tafelpreßspan ist gewöhnlich gelb oder grau, die von Edelpreßspan schwarzgrau, die von Rollenpreßspan orange.

§ 5.

Zulässige Maßabweichungen.

Die normalen Dicken, Längen und Breiten und deren Abmaße sowie die zulässigen Schwindungsziffern und die ungefähren Gewichte sind in folgenden Normblättern festgelegt:

DIN VDE 600 Tafelpreßspan (einschließlich Edelpreßspan),
DIN VDE 602 Rollenpreßspan.

§ 6.

Chemische Eigenschaften.

Preßspan soll praktisch frei sein von Säuren, Alkalien, wasserlöslichen Salzen und metallenen Einschlüssen. Zugesetzte Farbstoffe dürfen weder in Öl noch in Alkohol löslich sein. Der Aschegehalt darf 6 % nicht überschreiten. Imprägniermittel dürfen bei Tafelpreßspan vom Hersteller nicht angewendet werden.

Zur Prüfung auf Unlöslichkeit der Farbstoffe wird wie folgt verfahren. Ein Probestreifen von 14 × 150 mm wird in ein Reagenzglas 16 DENOG 30 mit klarem Transformatorenöl von 105 ° bzw. mit 96 %-igem Alkohol von Raumtemperatur eingetaucht. Das Öl darf sich nach 3 h, der Alkohol nach 10 min in der Farbe nicht verändert haben.

§ 7.

Feuchtigkeitsgehalt.

Preßspan wird lufttrocken geliefert; unter „lufttrocken" wird ein Feuchtigkeitsgehalt von höchstens 8 % verstanden.

Die Ermittelung des Feuchtigkeitsgehaltes erfolgt, falls erforderlich, beim Abnehmer an Proben, die ein Gewicht von ungefähr 10 g haben sollen. Bei Tafelpreßspan sind die Proben aus je einer Tafel aus der Mitte des Stapels und aus einer Außentafel zu entnehmen. Die Proben sind durch Aufspalten und Zerreißen zu zerspanen und dann zu wägen. Darauf werden sie 6 h lang bei 105 ° getrocknet, wobei für Entfernung der Feuchtigkeit zu sorgen ist. Nach Abkühlung im Exsikkator werden sie unter Abschluß gegen die Luftfeuchtigkeit abermals gewogen. Der Gewichtsunterschied darf nicht mehr als 8 % des zuerst ermittelten Gewichtes betragen.

IV. Allgemeine Prüfbestimmungen.

§ 8.

Probenahme.

a) Bei Tafelpreßspan wird von etwa je 100 Tafeln einer Lieferung mindestens 1 Tafel zur Prüfung entnommen. Jede Tafel ist mindestens an 10 Stellen zu prüfen.
b) Bei Rollenpreßspan wird von jeder Rolle oder, bei größeren Lieferungen, von etwa je 60 kg ein laufender Meter zur Prüfung entnommen.

§ 9.

Vorbehandlung.

a) Für die mechanischen Prüfungen (§§ 10 und 11) wird der in Streifen geschnittene Preßspan vor Versuchsbeginn mindestens 24 h lang in Luft von 65 % relativer Feuchtigkeit bei Raumtemperatur gelagert.
b) Für die Messung des Widerstandes im Innern (§ 13) werden die Versuchsplatten (ohne eingesetzte Stöpsel) 24 h lang in Luft von 80 % relativer Feuchtigkeit bei Raumtemperatur gelagert.
c) Für die Prüfungen nach §§ 12 und 14 ist der Preßspan 6 h lang bei 90 ° mit mehrmaligem Luftwechsel zu trocknen. Der Trockenschrank ist von 40 ° an so langsam zu erwärmen, daß die Temperatur von 90 ° nach etwa 1 h erreicht wird. Die Anwärmezeit ist in der Trockenzeit einbegriffen.
d) Für die elektrische Prüfung in Öl (§ 12) sind die Versuchsstücke nach Vorbehandlung in Transformatorenöl, das den Anforderungen in VDE 0370 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R. E. Ö." entspricht, bei 105 ° zu lagern. Hierbei soll das Verhältnis der Gewichte von Ölmenge und Preßspan mindestens 30 : 1 sein. Die Vorbehandlungsdauer beträgt 1 h für je 0,1 mm Dicke, jedoch mindestens 6 h. Eine Anwärmezeit ist nicht vorgesehen.
e) Das Vorfalzen für die Prüfungen nach §§ 10 und 12 erfolgt in der Weise, daß die Proben in der Mitte über einem Stück gleicher Dicke zusammengebogen und mit einer von Hand kräftig aufgedrückten harten Walze überwalzt, dann nach der entgegengesetzten Richtung gebogen und abermals gefalzt werden. Hierauf ist die Probe wieder zu strecken.

[1] Angenommen durch ..... 19...

Digitized by Google

V. Mechanische Prüfung.

§ 10.

Zugfestigkeit.

Die Zugfestigkeit ist für jede einzelne Probe in kg/mm² anzugeben.

Erforderlich: Mindestens je 5 Längs- und Querstreifen von 15 × 250 mm.

Der Versuch erfolgt nach Vorbehandlung a) und e).

Die Versuchslänge, d. h. die freie Länge zwischen den Einspannbacken, beträgt 180 mm.

Die Zugfestigkeit darf bei keinem Versuch unterhalb der Werte in Tafel I liegen.

Tafel I.

Mindestwerte der Zugfestigkeit in kg/mm².

Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan quer	Tafelpreßspan längs	Edelpreßspan quer	Edelpreßspan längs	Rollenpreßspan längs	Rollenpreßspan quer
0,1 ··· 1,0	1,8	0,9	2,5	1,3	4,0	2,0
1,5	1,7	0,8	2,1	1,0	—	—
2 ··· 5	1,3	0,6	1,7	0,8	—	—

§ 11.

Falzzahl.

Die Falzzahl wird im Falzapparat bei einer Federbelastung von 1300 g festgestellt.

Erforderlich: Mindestens je 5 Längs- und Querstreifen von 15 × 138 mm. Proben von mehr als 1 mm Dicke können im Falzapparat nicht geprüft werden.

Der Versuch erfolgt nach Vorbehandlung a). Da sich die Falzprüfungen über längere Zeit erstrecken, ist darauf zu achten, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Probestreifens entsprechend 65 % Luftfeuchtigkeit während der Prüfdauer erhalten bleibt.

Die Falzzahl darf bei keinem Versuch unterhalb der Werte in Tafel II liegen.

Tafel II.

Mindestwerte der Falzzahl.

Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan längs	Tafelpreßspan quer	Edelpreßspan längs	Edelpreßspan quer	Rollenpreßspan längs	Rollenpreßspan quer
0,1	—	—	—	—	1 000	500
0,15	—	—	—	—	1 500	750
0,2	1 400	700	2 000	1 000	2 000	1 000
0,25	1 800	900	2 500	1 250	2 500	1 250
0,3	2 100	1 100	3 000	1 500	3 000	1 500
0,4	2 800	1 400	4 000	2 000	4 000	2 000
0,5	3 500	1 800	5 000	2 500	5 000	2 500
0,6	4 200	2 100	6 000	3 000	6 000	3 000
0,7	4 900	2 500	7 000	3 500	7 000	3 500
0,8	5 600	2 800	8 000	4 000	8 000	4 000
0,9	—	—	—	—	9 000	4 500
1,0	7 000	3 500	10 000	5 000	10 000	5 000

VI. Elektrische Prüfung.

§ 12.

Durchschlagspannung.

Die Durchschlagspannung ist in kV_{eff}, die Dicke des Versuchsstückes in mm anzugeben. Bei dem Versuch unter Öl ist auch die Durchschlagsfestigkeit des verwendeten Öles in die Niederschrift aufzunehmen.

Erforderlich: Mindestens ein Versuchsstück 300 × 300 mm (bei Platten von mehr als 3 mm Dicke sind größere Abmessungen zu wählen).

Tafel III.

Mindestwerte der Durchschlagspannung in kV_{eff}.

Dicke Nennmaß mm	Tafelpreßspan in Luft Vorb. c)	Tafelpreßspan in Luft Vorb. c) u. e)	Tafelpreßspan in Öl Vorb. d)	Edelpreßspan in Luft Vorb. c)	Edelpreßspan in Luft Vorb. c) u. e)	Rollenpreßspan in Luft Vorb. c)	Rollenpreßspan in Luft Vorb. c) u. e)
0,1	—	—	—	—	—	1,0	0,5
0,15	—	—	—	—	—	1,5	0,75
0,2	2,0	1,0	10	2,3	1,1	2,1	1,1
0,25	2,5	1,3	12	3,0	1,5	2,7	1,4
0,3	3,0	1,5	15	3,5	1,8	3,3	1,7
0,4	4,0	2,0	19	4,7	2,4	4,7	2,4
0,5	5,0	2,5	23	6,6	3,3	6,6	3,3
0,6	6,0	3,0	26	8,0	4,0	8,0	4,0
0,7	7,0	3,5	29	9,0	4,5	9,0	4,5
0,8	8,0	4,0	32	10	5,0	10	5,0
0,9	—	—	—	—	—	11,5	5,7
1,0	10	5,0	37	13	6,5	13	6,5
1,5	15	—	48	19,5	—	—	—
2,0	18	—	56	23	—	—	—
2,5	22,5	—	—	—	—	—	—
3,0	27	—	—	—	—	—	—
3,5	28	—	—	—	—	—	—
4,0	32	—	—	—	—	—	—
4,5	36	—	—	—	—	—	—
5,0	40	—	—	—	—	—	—

Der Versuch wird nach Vorbehandlung c) oder c) und e) in Luft bei Raumtemperatur oder nach Vorbehandlung d) in Öl bei 90 ° ausgeführt. Die Durchschlagspannung wird mit Wechselstrom von 50 Per/s ermittelt zwischen plattenförmigen Elektroden von 50 mm Durchmesser, deren Ränder mit einem Halbmesser von 2,5 mm abgerundet sind. Die Elektroden werden mit einem Gesamtdruck von mindestens 2 kg auf den Prüfling aufgesetzt. Die Spannung soll, beginnend mit Null, in je 5 s um 5 % der in Tafel III angegebenen Mindestdurchschlagspannung bis zum Durchschlag gesteigert werden.

Die Durchschlagspannung darf bei keinem von wenigstens fünf örtlich verschiedenen Versuchen an demselben Versuchsstück unterhalb der Werte von Tafel III liegen.

§ 13.

Widerstand im Innern (Stöpselmethode).

Für Verwendung in der Fernmeldetechnik ist der Widerstand im Innern zu ermitteln.

Der Widerstand im Innern ist in MΩ anzugeben.

Erforderlich: Mindestens ein Versuchsstück von 150 × 150 mm.

Der Widerstand im Innern parallel zu den Schichten ist nach Vorbehandlung b) mit 110 V Gleichspannung zu messen. Als Elektroden dienen zwei schwach kegelige Metallstöpsel (Meßbrückenstöpsel) von 5 mm Durchmesser, die mit einem Mittenabstand von 15 mm stramm passend in zwei kegelig aufgeriebene, durchgehende Bohrungen des vorbehandelten Isolierstoffes einzusetzen sind.

Noch nicht endgültig

Isolierstoffe

Rollen-Preßspan

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 602

Maße in mm

Bezeichnung von Rollen-Preßspan einseitig geglättet von 0,2 mm Dicke und 1000 mm Breite:

Preßspan eins. gegl. 0,2 × 1000 VDE 602

Dicke Nennmaße	Dicke Zulässige Grenzmaße im Anlieferungszustand Kleinstmaß	Dicke Größtmaß	Breite Nennmaß	Gewicht[1] kg/m² ≈
0,1	0,09	0,11		0,1
0,15	0,13	0,17		0,2
0,2	0,18	0,22		0,2
0,25	0,23	0,27	600	0,3
0,3	0,27	0,33	700	0,4
0,4	0,36	0,44	800	0,5
0,5	0,45	0,55	1000	0,6
(0,6)	0,55	0,65	(1200)	0,7
(0,7)	0,65	0,75	(1500)	0,8
(0,8)	0,75	0,85		0,9
(0,9)	0,85	0,95		1,1
(1,0)	0,95	1,05		1,2

Eingeklammerte Maße möglichst vermeiden

Zulässige Breitenabweichung bei Anlieferung: ± 1 %

Zulässiger Breiten- und Längenschwund:
bis 0,5 mm Dicke 1 %
über 0,5 mm Dicke 1,5 %
gemessen nach 4-tägiger Lagerung in Luft von 65% relativer Feuchtigkeit und 6-stündiger Trocknung bei 90° (mit gelegentlichem Luftwechsel)

Der Preßspan muß den Anforderungen in VDE 0315 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan" entsprechen.

[1] Gerechnet mit einem mittleren Gewicht von 1,2 kg/dm³.

Ausführung (bei Bestellung angeben):
zweiseitig geglättet (gegl.)
einseitig geglättet (eins. gegl.)
ungeglättet (matt)

Farbe: orange

Lieferart: in Rollen

Juni 1933 Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Digitized by Google

Der Widerstand ist 20 s nach Anlegen der Spannung zu messen. Im übrigen ist bei der Messung nach VDE 0302/1924 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe", Abschnitt B 1, zu verfahren.

Der Widerstand im Innern darf bei keinem von wenigstens fünf örtlich verschiedenen Versuchen an demselben Versuchsstück den Wert von 10 MΩ unterschreiten.

VII. Prüfung der Wärmebeständigkeit.

§ 14.

Erforderlich: Ein Probestück 100 × 100 mm.

Nach Vorbehandlung c) wird das Probestück in ein Ölbad von 130 ° gebracht und 1 h lang darin belassen.

Weder Blasenbildung noch Spaltung darf eintreten; Verziehen ist zulässig.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.

Nachstehend wird ein Briefwechsel zwischen der Prüfstelle und der Geschäftstelle des VDE bezüglich Auslegung von VDE 0100/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1.", § 3 a) bekanntgegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

An die
Geschäftstelle des Verbandes
Deutscher Elektrotechniker.

Berlin, 31. V. 1933.

Betr. § 3 der Errichtungsvorschriften VDE 0100/1930.

In § 3 a) der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln", gültig ab 1. Juli 1924, wurde gefordert, daß die unter Spannung gegen Erde stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein müssen. Als Einschränkung wird jedoch gesagt, daß bei Spannungen bis 40 V gegen Erde dieser Schutz im allgemeinen entbehrlich ist. In § 3 a) der V.E.S. 1./1930 wird ebenfalls die Forderung nach Berührungsschutz erhoben, jedoch mit dem Unterschied, daß die in den vorher geltenden Vorschriften gemachte Einschränkung in Fortfall gekommen ist.

Durch die immer weiter fortschreitende Entwicklung der elektrischen Verbrauchsgeräte im Haushalt werden der Prüfstelle des VDE in zunehmender Zahl Geräte eingereicht, bei denen erst durch Umformung (Transformation) die Netzenergie in eine zum Betriebszwecke des Gerätes dienende elektrische Energie umgewandelt wird, wie dieses z. B. bei Klingel- und anderen Kleintransformatoren, Rundfunkgeräten, Fernmeldegeräten, elektromedizinischen Geräten usw. der Fall ist. Diese umgeformte Energie hat oft eine Spannung, die die Grenze von 42 V nicht übersteigt. Diese Kleinspannung wird in § 3, Regel 3 der V.E.S. 1. als unbedenkliche Berührungsspannung bezeichnet, wenn sie durch Transformation oder Umformung erzeugt wird.

Da die Abweichung in § 3 a) der V.E.S. 1. vom Wortlaut in § 3 a) der Errichtungsvorschriften vom 1. Juli 1924 durch die Angabe in § 3, Regel 3 der V.E.S. 1. zu einem Widerspruch wird, bitten wir, den Arbeitsausschuß der Kommission für Errichtungsvorschriften I zu befragen, ob die Prüfstelle in Zukunft den Wortlaut von § 3 a) der V.E.S. 1. ihren Prüfungen zugrunde legen und auch dann Berührungsschutz von Metallteilen fordern soll, wenn sie durch Transformation erzeugte Spannungen unter 42 V führen, oder, ob sich diese Forderung des Berührungsschutzes nur auf Metallteile erstreckt, die Spannungen über 42 V gegeneinander oder gegen Erde führen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

An die
Prüfstelle des VDE.

Berlin, 1. VI. 1933.

Betr. § 3 der Errichtungsvorschriften VDE 0100/1930.

Der Schutz gegen zufällige Berührung, wie er in § 3 a) der V.E.S. 1. gefordert wird, erscheint bei Spannungen, die unterhalb der Grenze der Kleinspannungen von 42 V liegen, grundsätzlich entbehrlich. Werden jedoch in gefährdeten Räumen gemäß § 3, Regel 2 zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung angewendet und hierbei die Kleinspannung als weitere Sicherheit gemäß § 3, Regel 5 gewählt, so soll auch im Kleinspannungskreis der Berührungsschutz gemäß § 3 a) gefordert werden.

Der Arbeitsausschuß der Kommission für Errichtungsvorschriften I hat daher in Aussicht genommen, bei Erneuerung der V.E.S. 1./1930 deren § 3 a), wie folgt, zu ergänzen:

„Die unter Spannung stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein [Ausnahmen sind gestattet bei Schweißanlagen, Glüh- und Schmelzöfen u. dgl.; Ausnahmen für elektrische Betriebsräume siehe § 28 a), Schutz gegen Beschädigung siehe §§ 21, 24, 30 und 31]. Bei Spannungen bis 42 V ist der Schutz der unter Spannung stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile im Handbereich gegen zufällige Berührung entbehrlich, sofern es sich nicht um eine Schutzmaßnahme nach Regel 5 handelt."

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.

Betreffend: Plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen.

Wie in der ETZ 1931, H. 1, S. 30 bekanntgegeben, hatten sich bei der Durchführung der Prüfungen plombierbarer Hauptleitungs-Abzweigkästen verschiedene Unklarheiten in den für diese Geräte aufgestellten VDE-Bestimmungen ergeben, so daß der Prüfstellen-Ausschuß der VDE-Komission für Installationsmaterial es für notwendig hielt, zunächst die Vorschriften einer Revision zu unterziehen. Nachdem die Erklärungen zu den K.P.I./1928 von der Kommission für Installationsmaterial nunmehr entsprechend ergänzt worden sind (ETZ 1933, H. 6, S. 140), ist die Prüfstelle jetzt in der Lage, Anträge auf Zeichenprüfung für plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen anzunehmen. Der Prüfung wird die Sonderausgabe der K.P.I., die als VDE 0610 bei der Geschäftstelle des VDE erhältlich ist und in der alle seit 1928 vorgenommenen Änderungen der Vorschriften selbst sowie die geänderten Erklärungen aufgenommen sind, zugrunde gelegt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 22. VI. 1933, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik (Eing. Bahnhofseite), Hörsaal 199: Vortrag Prof. Dr.-Ing. Knoops, Freiberg, „Die techn. u. wirtsch. Bedeutung der Elektrowärme für die Industrie".

Elektrotechn. Verein Düsseldorf. 22. VI. 1933, abds. 8 h, „Gesellschaft Verein", Düsseldorf, Steinstr. 10/16: Vortrag Dipl.-Ing. Mörtzsch, Berlin, „Fortschritte auf dem Gebiet der Elektrowärme, eine Vorschau auf die Elektrowärme-Ausstellung Essen".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. d. S. (gemeinsam mit dem VDI). 16. VI. 1933, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Physikal. Inst. der Universität, Eing. Bergstraße: Vortrag Prof. Dr.-Ing. E. Marx, Braunschweig, „Anwendung von el. Lichtbögen zur Umformung von hohen Spannungen".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 16. VI. 1933, nachm. 5½ h, Physikal. Inst. der Universität, Reichstagsufer Nr. 7/8: 1. Vortrag K. Schilling und Philipp, „Über das positive Elektron" (n. Arbeiten von Anderson, Blackett sowie Meithner und Philipp). 2. R. Schulze, „Über eigene lichtelektr. Untersuchungen".

Digitized by Google

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Berlin. 1) 16. VI. 1933, Helmholtzsaal des Harnack-Hauses, Berlin-Dahlem, Ihne-Straße 16—20: Kolloquium des K. W.-Instituts für Metallforschung mit 8 Vorträgen. 2) 17. u. 18. VI. 1933: 16. Hauptversammlung im Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27, mit 5 Hauptvorträgen und 11 Kurzvorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27, Ingenieurhaus.

Deutsches Museum, München. Das Deutsche Museum veranstaltet im Juni, abds. 6¼ h, u. a. noch folgende Vorträge:

1. Führungsvorträge in den Sammlungen.
   16. VI. 1933, Ing. Burgmayer, „Kraftmaschinen". 26. VI. 1933, Prof. Dr. Süssenguth, „Beleuchtungstechnik". 28. VI. 1933, Dr. Fuchs, „Elektrische Strahlen". 30. VI. 1933, Ing. Burgmayer, „Bergwesen".
2. Filmvorführungen im Projektionsraum.
   27., 28. u. 30. VI. 1933, Elektrisches Kochen und Waschen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österr. Bundesbahnen.

Zufolge einer Besprechung mit dem Verfasser obigen Aufsatzes und in seinem Einverständnis sei darauf hingewiesen, daß sich die Ausführungen auf S. 1080 u. 1081 der ETZ 1932 bezüglich der Isolatoren der Übertragungs- und Fahrleitungen, was Vollkernisolatoren anbetrifft, ausschließlich auf den in der ETZ 1927, S. 1213 und 1214 aufgeführten Einheitsisolator und nicht auf die Vollkernisolatoren im allgemeinen beziehen, wie das übrigens aus dem Hinweis in Fußnote 11 auf S. 1080 der ETZ 1932 deutlich hervorgeht. Für diesen Einheitsisolator gingen die Porzellanfabriken max. auf 4800 kg garantierte Bruchlast ein.

Neuerdings sind nach Kenntnis der unterzeichneten Firma durch Verbesserung der Fabrikations- und Prüfmethoden höhere Garantien auch für Isolatoren der hier in Frage kommenden Abmessungen erhältlich, so daß sie auch für Leiter mit höherer Bruchfestigkeit Verwendung finden können.

Baden (Schweiz), 7. IV. 1933.

Motor-Columbus,
AG. für elektrische Unternehmungen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Grundbegriffe der Elektrotechnik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. Bd. 2. Mit 376 Abb., XII u. 205 S. in 8°. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1931. Preis geh. 10 RM, geb. 11,50 RM.

Der nun vorliegende zweite Band behandelt auf der Grundlage des vor zwei Jahren erschienenen ersten[1] in sehr ausführlicher Weise das elektromagnetische Feld und einfachere Schaltvorgänge. Wie im ersten Band, wenn auch noch ausgesprochener, wird größter Wert darauf gelegt, erst einmal die Zusammenhänge klar herauszuarbeiten und sie erst dann mathematisch zu formulieren —, ein Unterfangen, das vor allem den Studierenden der Maschinenbauschulen, aber auch junger Semester der Hochschulen das Verständnis für die nicht einfache Materie stark erleichtern wird. Die Vorzüge des ersten Bandes — klarer, durchsichtiger Aufbau, unkomplizierte aber bestimmte Schreibweise, übersichtliche Einführung der neuen Begriffe und Formeln — sind auch im zweiten Bande voll erhalten geblieben. Die anschauliche Herausarbeitung der vom Verfasser eingeführten Bezeichnungen (vor allem des magnetischen Spannungsgefälles an Stelle der magnetischen Feldstärke, der magnetischen Felddichte an Stelle der Induktion) ermöglicht die gute — übrigens kritische — Gegenüberstellung der sonst in der Literatur gebräuchlichen Bezeichnungen. Die in den einzelnen Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse werden durch gute Berechnungsbeispiele und Aufgaben weiter befestigt.

Das vom Verfasser eingeführte Äthermodell bedeutet zwar sicherlich für die mit der Vektorrechnung noch nicht vertrauten Leser eine bedeutende Erleichterung für das Verständnis der Zusammenhänge —, für eine Neuauflage möchte der Berichter im Interesse der fortgeschrittenen Leser die Anschreibung der Grundgleichungen in ihrer vektoriellen Form aber doch empfehlen. Dies ist um so eher möglich, als das Verständnis für dieses Vorgehen in den einzelnen Kapiteln ja genügend vorbereitet wurde. Die beiden Bände können als ganzes den jungen Studierenden der mittleren technischen aber auch der Hochschulen nur warm empfohlen werden. E. J. Kurz.

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1238.

Das internationale Patentrecht nebst einer kurzgefaßten Darstellung der Patentgesetze sämtlicher Staaten. Von Dr. jur. R. Jungmann. 2. verb. Aufl. unt. Mitw. v. Oberreg.-Rat Dr. jur H. Elten. Mit XI u. 352 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geb. 15 RM.

Das Buch behandelt im ersten Teile die rechtlichen Grundlagen und Bestimmungen des internationalen Patentrechts und bringt im zweiten Teile eine kurzgefaßte Darstellung der Patentgesetze der sämtlichen Staaten. Die zahlreichen Veränderungen, die seit dem Erscheinen der ersten Auflage in der Gesetzgebung eingetreten sind, finden ihre Berücksichtigung in der neuen Auflage.

Der Verfasser geht im ersten Teile davon aus, daß die Patentgesetze der einzelnen Länder von dem Territorialprinzip beherrscht sind, er zeigt die Auswirkung dieses Prinzips an einer Reihe interessanter Fälle. Er geht dann auf die Staatsverträge, insbesondere auf den sogenannten Unionsvertrag ein, dem fast alle Kulturstaaten beigetreten sind. Der Unionsvertrag gewährt bekanntlich den Angehörigen der ihm beigetretenen Staaten gegenseitige Vergünstigungen auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes, insbesondere das Recht, die Priorität einer Anmeldung in einem Unionsstaate für die innerhalb einer bestimmten Frist erfolgten Nachanmeldungen in den anderen Unionsstaaten in Anspruch zu nehmen. Es folgen dann Ausführungen über Kriegsrecht und den Versailler Vertrag, soweit sie den gewerblichen Rechtsschutz berühren. Zum Schlusse befaßt sich der Verfasser mit der Weiterbildung des internationalen Patentrechts, die er mit Recht nur insoweit für gesund hält, wie sie im Einklang mit den Interessen der einzelnen Staaten und mit der Entwicklung des internationalen Verkehrs stehen und einen ausreichenden Schutz für den Inländer im Auslande gewähren. Von diesem Gesichtspunkt aus lehnt er auch die Utopie eines für alle Staaten geltenden Weltpatents ab, so verführerisch dieser Gedanke zunächst auch erscheinen mag.

Der zweite Teil nimmt bei der großen Zahl der Länder und der Vielseitigkeit der Gesetzgebung den größten Teil des Buches ein. Die großen Zusammenhänge aller Patentgesetze werden aus dem Kapitel „Rechtsvergleichung" des ersten Teiles ersichtlich, in dem die leitenden Gesichtspunkte für die Behandlung der Grundfragen, wie Gesetzsystem, Erfindung, Gebühren, Ausführungszwang u. dgl. vergleichend behandelt.

Das Buch bildet dadurch eine wertvolle Bereicherung der Patentliteratur, daß das schwierige und vielseitige Gebiet des internationalen Patentrechts mit großer Sachkenntnis behandelt und, soweit der Verfasser nicht durch Wiedergabe von Gesetzbestimmungen behindert war, fesselnd dargestellt ist. Kahle.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektroausfuhr der V. S. Amerika 1932[1]. — Erheblich stärker als die deutsche ist nach dem Eintritt der Krise die amerikanische Elektroausfuhr gesunken. Gegenüber dem Höchststand 1929 (607,38 Mill RM) hat sie bis 1932 um mehr als zwei Drittel ihres Wertes eingebüßt. Bei den nachfolgenden Zahlen sind einige statistische Umänderungen zu berücksichtigen, außerdem sind die Zahlen für die Zündkerzenausfuhr 1932 (1931: 6,01 Mill RM) noch nicht erhältlich gewesen.

Der Ausfuhrrückgang betrifft fast sämtliche aufgezählten Einzelposten der Ausfuhr; am stärksten war die Schrumpfung bei starkstromtechnischen Maschinen und Geräten, geringer bei Installationsmaterial und einigen schwachstromtechnischen Erzeugnissen. Steigerungen gegenüber 1931 werden nur in wenigen Einzelfällen ausgewiesen. So hat sich der Ausfuhr-

[1] ETZ 1932, S. 698.

Digitized by Google

wert bei Radioröhren von 8,18 auf 8,45, bei kleinen Wechselstromgeneratoren von 0,58 auf 0,66 und bei elektrischen Bahnlokomotiven von 0,71 auf 3,31 Mill RM erhöht.

Elektroausfuhr der V. S. Amerika nach Warengruppen (in 1000 RM[1]).

Erzeugnisgruppe	1930	1931	1932
Generatoren			
Gleichstrom, unter 500 kW	3 126	1 209	246
500 kW und darüber	1 939	784	64
Wechselstrom, unter 200 kVA	1 315	578	662
2000 kVA und darüber	2 790	4 326	2 894
Turbogeneratoren	6 706	4 300	459
Zubehör und Teile für Generatoren	2 974	4 419	2 350
Lichtbogenschweißanlagen	1 844	2 273	1 154
Beleuchtungsaggregate	3 555	1 425	482
Akkumulatoren	13 054	9 124	4 470
Taschenlampenbatterien	15 197	10 915	7 855
Radiobatterien	2 426	1 365	747
Andere Primärbatterien	3 544	2 340	1 136
Transformatoren 500 kVA und darüber	8 443	4 215	2 612
Transformatoren und 500 kVA	7 828	2 404	810
Meßwandler	997	657	352
Andere Transformatoren	4 947	2 061	920
Batterieladestationen unter 15 Ampere	627	225	110
Gleichrichter, Umformer usw.	4 840	4 835	1 096
Schaltanlagen, außer für Telephon	9 055	6 431	1 340
Schaltapparate über 10 Ampere	10 037	5 123	2 109
Sicherungen	1 585	779	335
Zähler	3 050	2 381	976
Anzeigende Instrumente	3 506	2 223	1 113
Registrierende Instrumente	1 876	1 276	1 083
Andere Meßgeräte	3 866	2 668	2 272
Überspannungs-, Überstromschutz	3 575	2 375	1 409
Motoren: ½ PS und darunter	10 135	6 243	2 072
über ½ bis unter 1 PS	2 764	1 409	609
über 1 bis 200 PS	14 245	6 262	2 083
über 200 PS	2 920	2 635	226
Bahnmotoren	836	744	203
Elektrische Bahnlokomotiven	3 639	710	3 307
Elektr. Lokomotiv. für Industr. u. Bergwerke	3 091	1 846	571
Elektrokarren	1 174	922	103
Anlaß- u. Kontrollvorr.: für Industriemotoren	6 934	5 327	2 014
für Bahn- und Fahrzeugmotoren	673	997	288
Elektrowerkzeuge	5 065	3 296	1 355
Zubehör und Teile für Motoren	10 123	7 397	3 236
Kühlschränke für den Haushalt	34 591	28 811	14 110
And. Kühlschränke bis 1 Tonne Kapazität	8 675	20 033	14 009
Elektrische Ventilatoren	4 416	1 824	936
Elektromechan. Vorrichtungen für Körperpflege	523	135	20
Metallfadenlampen	5 088	3 426	2 234
Andere elektrische Glühbirnen	1 124	379	185
Taschenlampen	5 820	2 228	171
Scheinwerfer u. Flutlichtapparate	2 171	1 238	192
Waschmaschinen für den Haushalt	7 182	3 656	1 068
Elektrische Staubsauger	7 241	4 971	1 584
Andere Haushaltsgeräte mit motor. Antrieb	3 442	1 893	739
Bügeleisen	1 155	830	364
Elektrische Kochherde	1 863	1 734	591
And. el. Heiz- u. Kochgeräte f. d. Hausgebrauch	4 240	2 669	1 050
Elektr. Heizapparate f. Ind., auch Industrieöfen	3 624	3 787	926
Elektromedizin	6 706	4 719	2 694
Radioapparate:			
Sendeanl. u. Teile davon, einschließlich Senderöhren	4 803	3 379	2 788
Empfangsanlagen	48 508	60 299	30 752
Radioröhren (Empfangsröhren)	9 926	8 175	8 453
Einzelne Teile von Empfangsanlagen	18 377	16 328	10 573
Lautsprecher	6 870	4 471	1 915
Zubehör von Empfangsanlagen	8 678	2 414	1 439
Telegraphenapparate	3 209	1 297	685
Telephoninstrumente	2 211	1 346	342
Telephonschalttafeln	4 002	426	338
Andere Vorrichtungen für Telephonie	16 358	6 876	2 810
Eisenbahnsignalgeräte	—	—	—
Glocken, Klingeln u. Alarmvorrichtungen	1 492	2 054	732
Zündkerzen	7 148	6 013	—
Andere Anlaß-, Beleuchtungs- und Zündvorrichtungen für Automobile	5 736	2 819	2 592
Isoliermaterial	4 716	2 363	1 032
Isolierrohr und Zubehör	5 077	2 452	1 291
Installationsmaterial	7 559	5 770	2 907
Beleuchtungskörper für Innenräume	9 067	5 308	1 772
Beleuchtungskörper für Straßenbeleuchtung	2 111	1 223	503
Verlegungsmaterial	6 506	3 930	1 606
Nicht bes. genannte elektrot. Erzeugnisse	42 176	19 664	10 940
Elektroglas	1 004	361	177
Elektroporzellan für unter 6 600 Volt	2 334	1 014	351
Elektroporzellan für 6 600 Volt und mehr	3 664	3 459	861
Elektroden für elektrische Öfen	8 641	5 994	4 321
Andere Kohleprodukte	2 808	2 275	1 595
Kabel u. isolierte Drähte	19 486	10 785	4 361
Elektr. Widerstandsdraht	—	—	1 053
Elektrische Uhren	—	—	353
Taschenlampenhülsen	—	—	1 262
Insgesamt	534 629	381 227	193 833

Besonders interessant ist die Verschiebung in der Richtung der amerikanischen Elektroausfuhr. Hier zeigt sich der Zusammenbruch der Kaufkraft der überseeischen Gebiete in aller Schärfe. Gerade weil die V. S. Amerika in früheren Jahren vorwiegend die Länder Nord-, Mittel- und Südamerikas, Ozeaniens und Ostasiens beliefert und weil gerade hier amerikanische Finanzierungsunternehmungen in großem Ausmaß Stromversorgungs- und Nachrichtensysteme unter ihre Kontrolle gebracht hatten, ist die jetzt eingetretene Schrumpfung der Absatzmöglichkeiten um so bedeutungsvoller für die gesamte Ausfuhrentwicklung geworden. Von 1929 bis 1932 hat sich die Elektroausfuhr der V. S. Amerika nach Kanada von 181,88 auf 33,45, nach Mexiko von 27,90 auf 7,06, nach Argentinien von 29,87 auf 12,03, nach Brasilien von 23,40 auf 6,24, nach dem Australischen Bund von 27,75 auf 4,26 Mill RM verringert. Anderseits gibt es einige Länder, die 1932 in größerem Umfang elektrotechnische Erzeugnisse aus den V. S. Amerika bezogen als 1929, so z. B. Belgien 6,40 gegenüber 5,90, die Schweiz 4,14 gegenüber 2,49 Mill RM. Im allgemeinen hat sich Europa, u. zw. insbesondere der westliche Teil, als relativ widerstandsfähigster Markt erwiesen, ausgenommen natürlich Großbritannien. Von 1929 bis 1932 verringerte sich die amerikanische Elektroausfuhr nach Großbritannien von 39,30 auf 12,29 Mill RM. Die Ausfuhr nach Deutschland belief sich 1932 auf lediglich 2,09 Mill RM gegenüber 10,51 Mill im Jahre 1929.

Elektroausfuhr der V. S. Amerika nach Erdteilen (in Mill RM).

Erdteil	1927	1929	1931	1932
Europa	74,8	121,2	134,2	66,6
Afrika	9,4	14,2	16,8	11,3
Asien	62,9	73,5	39,8	29,6
Nord- und Mittelamerika	143,3	248,0	117,6	52,0
Südamerika	85,0	106,6	63,2	27,5
Ozeanien	42,0	43,9	9,6	6,7
Insgesamt	417,5	607,4	381,2	193,8

Während sich also von 1929 bis 1932 die Ausfuhr nach Europa um weniger als die Hälfte verringerte, betrug die Einbuße bei der Belieferung Südamerikas fast drei Viertel und bei der Ausfuhr nach Nord- und Mittelamerika mehr als vier Fünftel. Dementsprechend hat sich auch die Bedeutung des europäischen Marktes für die Gesamtsumme der amerikanischen Elektroausfuhr in den letzten Jahren erheblich vergrößert. Wie die folgende Zahlentafel zeigt, erhöhte sich der Anteil Europas und Afrikas in dem Zeitraum von 1926 bis 1932 von 16,6 auf 40,2 %, während in der gleichen Zeit der Anteil Nord-, Mittel- und Südamerikas von 53,6 auf 41,0 % zurückgegangen ist.

Anteil der Erdteile in %.

Erdteil	1926	1928	1930	1932
Europa	14,6	18,6	24,6	34,4
Afrika	2,0	2,4	2,7	5,8
Asien	18,8	13,7	11,7	15,3
Nord- und Mittelamerika	32,6	38,7	38,1	26,8
Südamerika	21,0	18,9	18,8	14,2
Ozeanien	11,0	7,7	4,1	3,5

A. Fr.

Aus der Geschäftswelt. — Wirtschaftsstelle für Rundfunkapparatefabriken G. m. b. H. (Wirufa), Berlin. Unter dieser Bezeichnung ist kürzlich eine Vereinigung sämtlicher deutscher Radiofabriken unter Einbeziehung der drei Großfirmen Siemens, AEG und Telefunken gegründet worden (Stammkapital: 20 000 RM). Die Wirufa betrachtet es als ihre Aufgabe, in der Radiobranche wirtschaftlich gesunde Verhältnisse herbeizuführen. Durch scharfe Abgrenzungen soll der Kreis der Radioeinzelhändler und Radiogrossisten erheblich verkleinert werden. Die der Wirufa beigetretenen Radiofabriken haben die Verpflichtung übernommen, nur die auf Grund besonderer Untersuchungen zugelassenen Abnehmer zu beliefern. Nach den Bestimmungen über die zugelassenen Radiogrossisten dürfen u. a. Warenhäuser nicht beliefert werden. Ziemlich weitgehend und dehnbar sind die Bestimmungen darüber gefaßt, wer als Einzelhändler gilt und demzufolge zum Radiohandel zugelassen ist. Eine besondere Vorschrift besagt, daß die Einzelhändler regelmäßig ein auf eigene Rechnung eingekauftes Warenlager mit Rundfunkgeräten unterhalten müssen. Sehr starke Einschränkungen enthalten die Abmachungen bezüglich des Verkaufs an Werksangehörige. Auch über die Einzelhandels- und Großhandelsrabatte sind einheitliche Vereinbarungen getroffen worden. *wt.*

Abschluß des Heftes: 9. Juni 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

[1] 1 RM = 0,2381 $.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

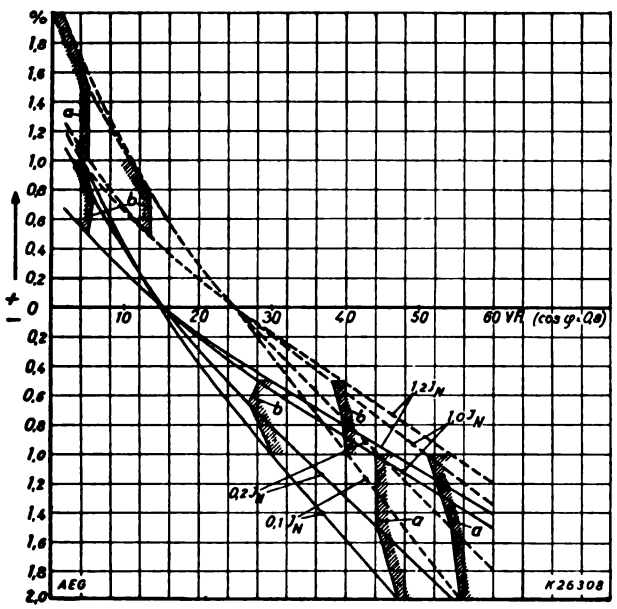
Digitized by Google

Kabelendverschlußwandler mit Fehlerkompensation (DRP angemeldet).

Mitteilung der AEG.

Bei Neuinstallationen von Hochspannungskabeln hat man so weit als möglich dem Kabelendverschluß-Stromwandler wegen seines geringen Raumbedarfes und seiner hohen Kurzschlußfestigkeit den Vorzug vor anderen Konstruktionen gegeben.

Eine Erweiterung seines Anwendungsbereiches ergibt sich durch den Einbau des Hilfsprimärleiters. Da der Primärleiter nur am Endverschlußkopf einpolig zugängig ist, zum Nachweis für das Arbeiten angeschlossener Streckenschutzrelais aber eine Kurzschlußverbindung hinter den Stromwandlern (von den Sammelschienen aus gesehen) eingebaut werden muß, wurden für Netzschutzeinrichtungen bisher Endverschluß-Stromwandler ungern verwendet. Durch den Hilfsprimärleiter ist aber



a = Grenzen für Klasse 1 %.
b = Grenzen für Klasse 0,5 %.
– – – = Größter Luftspalt.
——— = Kleinster Luftspalt.

Abb. 1. Stromfehler in Abhängigkeit der Sekundärbürde bei kleinstem bzw. größtem Luftspalt. Uebersetzung 300/5 A.

jetzt die Möglichkeit gegeben, auch diese Wandler mit den angeschlossenen Relais und Instrumenten mit einer gewöhnlichen Stromwandlerprüfeinrichtung zu kontrollieren und durch geeignete Schaltung der Hilfsleiter auch die Stromverhältnisse für Erd- oder Kurzschluß im Kabel selbst genau nachzubilden, so daß seiner Verwendung für Netzschutzeinrichtungen nichts mehr im Wege steht*).

Bei der weiteren Entwicklung wurde der Erhöhung der Meßgenauigkeit und Belastbarkeit besondere Beachtung geschenkt. Durch besondere Hilfsmittel ist es gelungen, die Wandler so zu verbessern, daß auch für niedrige Primär-Nennstromstärken noch die Bedingungen der Genauigkeitsklassen 0,5 und 1% gemäß den VDE-Normen erfüllt werden.

Bei den neuen Wandlern sind zwei Hilfskerne vorgesehen, die vom gleichen Primärstrom wie der Hauptkern durchflossen werden und deren Sekundärwicklungen mit einigen besonderen Sekundärwindungen des Hauptkernes verbunden sind. Durch die Wahl der Abmessungen der Hilfskerne und deren Windungszahlen lassen sich die ursprünglichen Fehlerkurven des Wandlers beliebig verschieben und bezüglich ihres Verlaufs ändern.

Mit Hilfe der Kompensationseinrichtung ist es möglich, auch noch für niedrige Primär-Nennstromstärken beglaubigungsfähige Wandler (Klasse 0,5) herzustellen. Für eine bestimmte Bürde kann der Stromfehler sogar auf Null abgeglichen werden.

Um für die jeweils angeschlossene Bürde das Optimum zu erhalten, kann die Höhe der von den Hilfskernen gelieferten Zusatz-AW im Betrieb verstellt werden. Die Möglichkeit der Regelung wird dadurch erzielt, daß einer der beiden Hilfskerne einen verstellbaren Luftspalt erhält. Durch die Einstellung der Größe des Luftspaltes können sowohl Höhe wie Verlauf der Stromfehlerkurven geändert werden.

Ein Beispiel für die Leistungsfähigkeit der Kompensationseinrichtung zeigen die Meßergebnisse an einem Wandler 300/5 A für verschiedene Sekundärbürden. In Abb. 1 sind die Stromfehler für 10, 20, 100 und 120% des Primär-Nennstromes in Abhängigkeit von der Sekundärbürde aufgetragen und die Grenzen der Klassen 0,5 und 1% eingezeichnet. Wie aus den Kurven zu ersehen ist, kann durch Verstellung des Luftspaltes der Stromfehler bei Bürden zwischen 15 und 25 VA absolut auf Null gebracht werden.

Für kleinste Luftspalteinstellung liegt der Stromfehler bis 27 VA innerhalb der Grenzen der Klasse 0,5 und bis 44 VA innerhalb der Grenzen der Klasse 1. Durch Verstellung des Luftspaltes bis zu seinem größten Wert kann der Belastungsbereich für Klasse 0,5 bis 38 VA und für Klasse 1 bis 51 VA erweitert werden.

Die Regelung des Luftspaltes im ungesättigten Hilfskern wird durch einen verstellbaren Bolzen bewirkt, der durch ein Gelenk mit einer in der Gehäusewand befindlichen Stellschraube verbunden ist, so daß jederzeit die für die jeweils angeschlossene Sekundärbürde günstigste Korrektion von außen vorgenommen werden kann.

Die zu Abb. 1 gehörigen Winkelfehlerkurven sind nicht gezeichnet, da sie bis 60 VA innerhalb der Grenzen der Klasse 0,5 liegen.

In der Zahlentafel sind die maximal zulässigen Sekundärbürden für die am häufigsten vorkommenden Uebersetzungsverhältnisse angegeben:

Nennstrom A	Klasse 0,5 %	Klasse 1 %	Klasse 3 %
	Maximal. Bürde		
200	7,5 VA	15 VA	40 VA
250	15 „	30 „	60 „
300	25 „	40 „	70 „
350	30 „	50 „	100 „

Zulässige Nennbürden.

Werden die Wandler nur für eine Klasse abgeglichen, so erreicht man für die maximal zulässigen Sekundär-

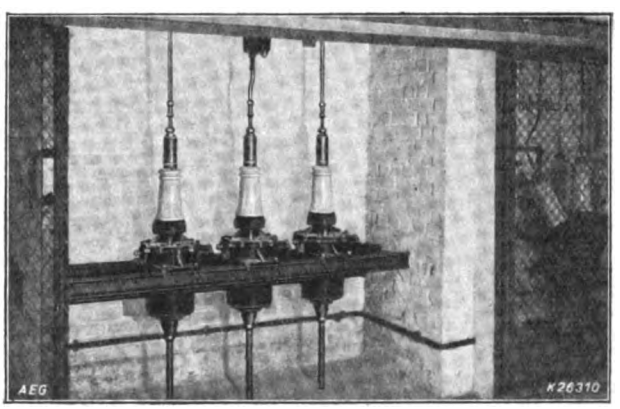


Abb. 2. 90 kV-Kabelzelle mit kompensierten Endverschlußstromwandlern.

bürden größere Werte, die sich noch weiter erhöhen, wenn man abweichend von den VDE-Normen sich damit begnügt, daß die Fehler nur bei 100% der angegebenen maximalen Nennbürde innerhalb der Grenzen der betreffenden Klasse liegen.

Gegenüber der Montage normaler Endverschlüsse besteht kein Unterschied, da die Wandlerkerne fertig eingebaut und mit fest an die Klemmen angeschlossenen Wicklungsenden geliefert werden. Wandler dieser Bauart sind für Betriebspannungen bis 30 kV bereits mehrfach ausgeführt worden und haben sich im Betrieb durchaus bewährt. Einen Kabelabschluß mit derartigen Endverschluß-Stromwandlern zeigt Abb. 2.

*) AEG-Mitteilungen 1932, Heft 8, S. 289 (AEG-Druckschrift KWO/Sr 1042).

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Wo wird tüchtiger **Zählerfachmann** benötigt? Südd. Anf. d. 40er J., firm in d. Eichung von Gleich-, Wechsel-, Drehstr.-, sowie Hochspanngs.- u. Blindverbr.-Zählern, vertr. m. Kompens. App. u. Meßwandl. Prüfeinrichtg. Off. unt. **E. 3424** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Jg. Dipl.-Ing. T.-H. Hannover „gut", sicher in d. Konstr. u. Ber. v. El. Masch., Bahn., Anlag., sucht Anfangsstellung. Ang. erb. unt. **E. 3415** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Ueberlandwerk Bauleit. mit reichen Erfahrg. in Projektierung u. Bau von Freileitung. jed. Art, wiederh. solche unt. anderem f. Bayernwerk, Badenw., R.W.E., A.S.W. ausgef., s. Stellg. b. Überlandwerk. Ing. **Fischer, Bingerbrück a. Rh.**, Hildegardisstr. 2. [3423]

Zählerspezialist Dipl.-Ing., 41 J., Südd. vertr. m. d. Eichung u. all. and. vork. Arbeit. an Zählern aller Syst. u. Stromart., insbes. auch mit Zähl. in Verb. mit Strom- u. Spannungswandl. u. deren Prüfung s. pass. Wirkungskreis. Ang. u. **E. 3427** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb

Elektro-Ing. 26, led., strebs. In Elktr.-, Wasser- u. Gaswerk m. Kläranlage tätig gew. (Innen-, Außendienst, Laboratorium) s. Stell. auch im Install.-Gesch. Gefl. Ang. erbet. unt. **E. 3425** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir bitten bei Einkäufen u. Bestellungen auf die

E T Z

Bezug zu nehmen!

Erster Kabelfachmann Dipl.-Ing., 38 J., verh., ev., vollst. firm i. d. Fabrikation u. Entwicklung aller vorkomm. Stark- und Schwachstromkabeltypen, sachlich u. zielbewußt, umfassende techn. Allgemeinbildung, erfolgreich b. Neueinrichtung und Organisation von Kabelwerken, befähigt sich auch i. and. Gebiete schnell einzuarbeit., mehrjähr. Auslandspraxis, sucht früher oder später entwicklungsfähigen Wirkungskreis im In- oder Ausland. Erstklass. Refer. Angeb. unter **E. 3413** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Ing. 45 Jahr, **erstklassiger Akquisiteur** für Licht, Kraftanlagen usw. m. d. VDE.-Vorschr. restlos vertraut, sucht als **Akquisiteur** gegen **Provision** sofort passenden Wirkungskreis. Gefl. Off. unt. **E. 3408** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Großfirma sucht

Konstrukteur

für elektrische Glüh- u. Schmelzöfen. Es werden nur Herren mit ausgesprochenem Konstruktionstalent und langjähriger erfolgreicher Konstruktionspraxis berücksichtigt. Fachkenntnisse erwünscht, aber nicht Bedingung. Ausführliche Gesuche mit Gehaltsansprüchen sind zu richten unter **E. 3416** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Berliner Großfirma sucht für ihre Werbeabteilung jüngeren

Elektro-Diplomingenieur

mit **ausgesprochener schriftstellerischer Begabung** und zielbewußtem, gewandtem Auftreten. Es ist nicht Bedingung, daß schon schriftstellerische Arbeiten in der Presse erschienen sind. Ausführliche Bewerbungen mit Proben literarischer Betätigung, selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 3422** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

ETZ—Jahrgang 1900—1913 gebunden zu verkaufen.

Angebote unter **E. 3419** an die Anz.-Abt. der „ETZ", Berlin W 9, erbeten.

Zur Führung des Betriebes eines

Elektrizitäts- u. Gaswerkes

in einer bedeutenden Stadt **Kleinasiens** wird eine erste Kraft (Ingenieur) als

Direktor

gesucht. Völlig gesunde, repräsentable, energische Herren mit langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiete der Elektrizitäts- und Gasversorgung, gewandt in Umgang mit Behörden und Abnehmern, der französischen Sprache mächtig, wollen baldigst Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen und Angabe von Referenzen unter **„Türkei 100/ E. 3420** an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, einreichen.

Führendes Unternehmen der **Anlaß- u. Steuergeräte** sucht für die **technische Leitung**

Oberingenieur

mit reichen Erfahrungen in der Konstruktion und Fabrikation von Steuerapparaten jeder Art, insbesondere von **Selbstschaltern, Motorschutzapparaten, guß- u. isolierstoffgekapseltem Schaltmaterial usw.** Es wird aussichtsreiche, gut dotierte Stellung geboten. Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild und Gehaltsansprüchen unter **E. 3417** an die Anz.-Abt. der ETZ erbeten.

Technischer Direktor wird **gesucht** zur Übernahme der Leitung einer Fabrik v. elektrisch. Lampen. Vorzügl. Referenzen u. Praxis in modernen Verfahren verlangt. Lebenslauf mit Referenzen und Ansprüchen richten an: **B. R. 27 Agence Havas, Brüssel.** [3421]

Dipl. Ing. mit Spezialerfahrung in **elektrizitäts- und wasserwirtschaftlichen Untersuchungen** für 4-5 monatige Tätigkeit in berat. Ing.-Büro f. sofort gesucht. Nur bestempfohlene, sehr selbständig arbeitende Herren mit besonderer Schulung u. Erfahrung auf dem Spezialgebiet haben Aussicht auf Berücksichtigung.

Bewerbungen mit kurzgef. beruflichen Lebenslauf, Referenzangaben u. Gehaltsford. unt. **E. 3428** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 15.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 22. Juni 1933** **Heft 25**

Die Elektrisierung der Hauptbahn Augsburg—Stuttgart und der Stuttgarter Nahbahnen.

Die 1931 in Angriff genommenen Elektrisierungsarbeiten wurden vor kurzem beendet. Seit Anfang Mai 1933 werden bereits sämtliche Züge auf dem in Bayern gelegenen 85 km langen Abschnitte Augsburg—Ulm elektrisch gefahren. Schon Ende April d. J. war es in Württemberg möglich, Güterzüge ab Plochingen über die 13,8 km lange Güterverbindungsbahn Untertürkheim nach Kornwestheim-Rbf mit elektrischen Lokomotiven zu befördern.

Mit dem Sommerfahrplan ab 15. V. d. J. wurde der bisher mit Dampfzügen bediente Nahverkehr auf der 13,9 km langen Vorortlinie Stuttgart—Ludwigsburg und der 13,2 km langen Nahbahn Stuttgart—Eßlingen auf elektrischen Triebwagenverkehr umgestellt. Kurz darauf wurde auch der Gesamtverkehr auf dem 95 km langen Abschnitt Ulm—Stuttgart in die elektrische Betriebsform überführt.

Die Länge der im ganzen neu auf den elektrischen Betrieb umgestellten Strecken beträgt rd. 221 km. Damit wächst das zusammenhängende elektrisch betriebene Netz in Bayern und Württemberg auf rd. 960 km Streckenlänge an; dieses Netz enthält ein 393 km langes Teilstück der für den zwischenstaatlichen Verkehr wichtigen Ost-Westlinie Wien—München—Paris, von welcher der Abschnitt Salzburg—Kehl mit einer Länge von 560 km in Deutschland liegt; 70 % dieses Abschnittes (Salzburg — Stuttgart) haben nunmehr elektrische Zugförderung (Abb. 1).

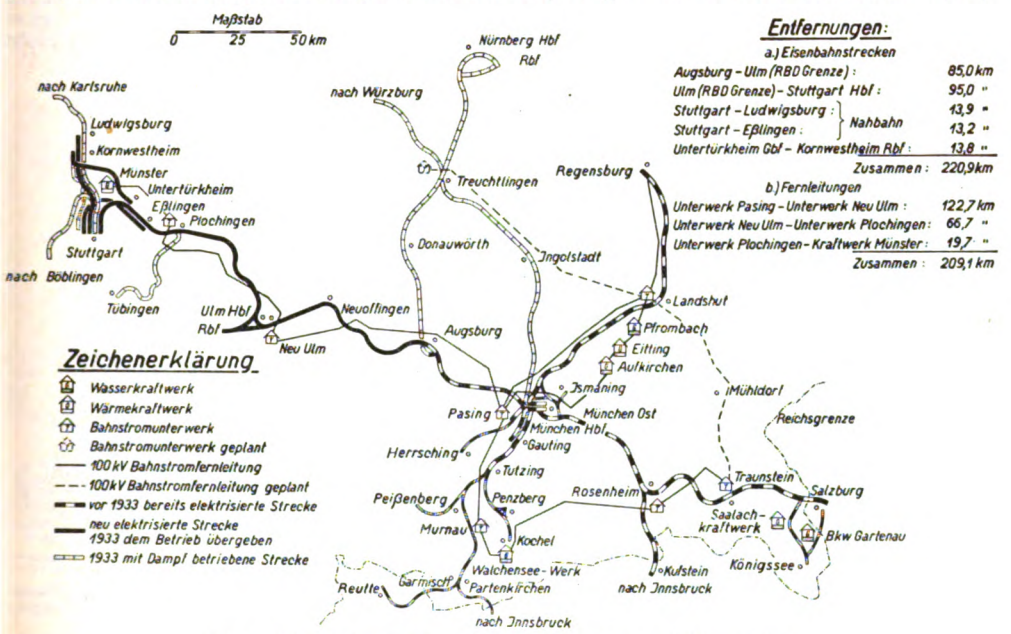


Abb. 1. Elektrisch betriebene Bahnen in Bayern und Württemberg.

Der Arbeitsbedarf der neu umgestellten Strecken beträgt etwa 70 Mill kWh; etwa ein Siebentel hiervon wird im Kraftwerk Münster der Stadt Stuttgart erzeugt, wo ein Bahnstromturbosatz für 16⅔ Hz und 8500 kVA Scheinleistung bei $\cos \varphi = 0{,}7$ zur Deckung des Arbeitsbedarfes der Stuttgarter Nahbahnen neu aufgestellt wurde.

Die für die Fernstrecken nötige elektrische Arbeit liefern die bayerischen Großwasserkräfte Walchenseewerk und Mittlere Isar, deren Bahnstromteil durch den Verbrauch der neu hinzugekommenen Strecken in der Folge erheblich besser ausgenutzt sein wird.

Neben dem Ersatz der Fernmeldefreileitungen durch Kabel waren noch umfangreiche bautechnische Arbeiten zur Freilegung des lichten Raumes für den elektrischen Betrieb und zur Erhöhung der Ge-

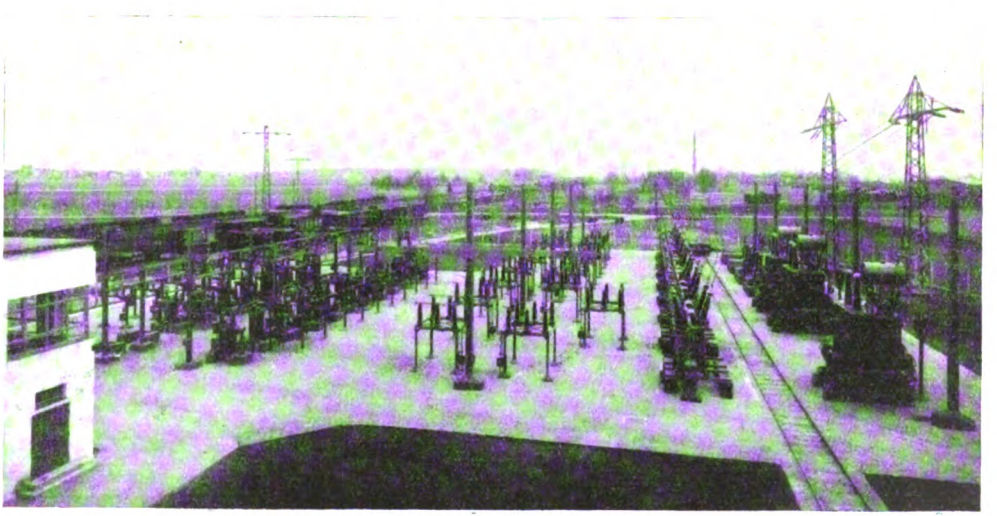


Abb. 2. Bahnstrom-Freiluft-Unterwerk Neu-Ulm.

Digitized by Google

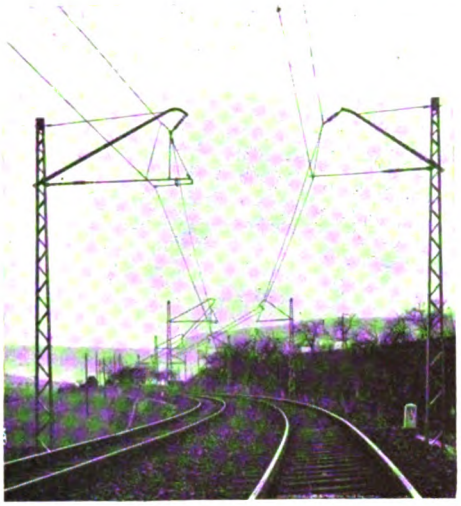


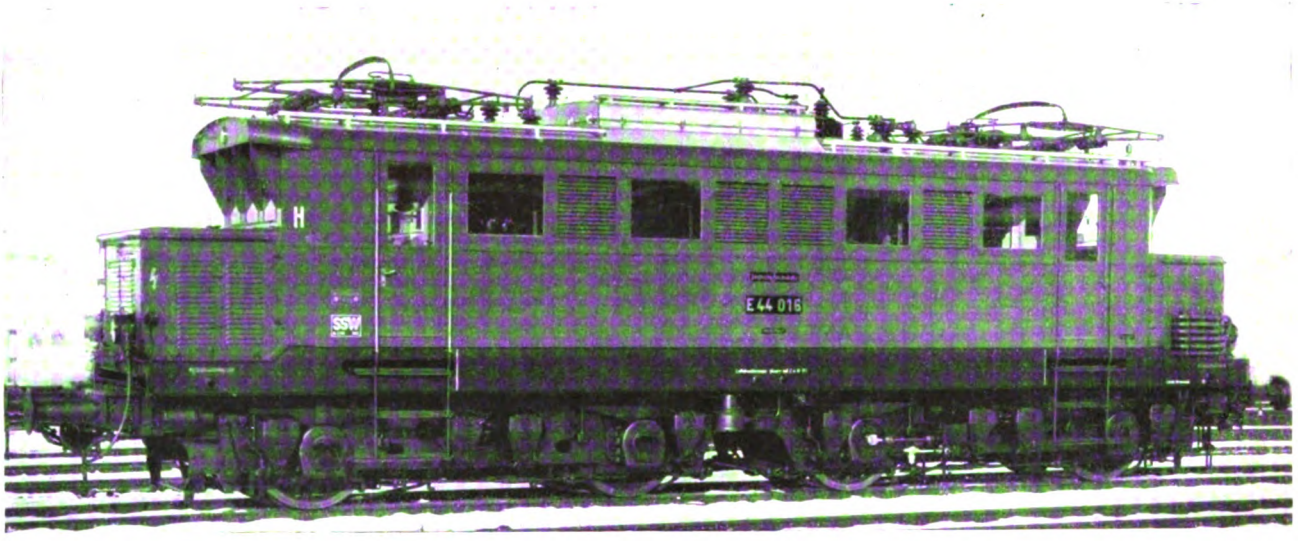
Abb. 3. Einheitsfahrleitung der DRG in einer Krümmung vor Bahnhof Geislingen.

schwindigkeit durch Linien- und Bahnhofverbesserungen auszuführen: 20 Brückenbauwerke waren zu heben, 5 Brükken wurden neu gebaut, 20 km Gleise unter Brücken abgesenkt; auch in 3 Tunneln und in den Überwerfungsbauten bei Stuttgart mußten die Gleise tiefer gelegt werden; zwei Bahnhöfe (Geislingen und Süssen) wurden ganz umgebaut; auch die Erweiterung des Bahnhofes Augsburg-Oberhausen und die Verlegung der Ulmer Doppelbahn zwischen Augsburg und Westheim wurden im Zusammenhange mit den Elektrisierungsarbeiten ausgeführt.

Von den neu geschaffenen ortsfesten Anlagen sind hervorzuheben eine 209 km lange Bahnstrom-Fernleitung vom Unterwerk Pasing vor München bis zum Kraftwerk Münster bei Stuttgart; diese für 100 kV gebaute Leitung überträgt mit zwei Schleifen von je $2 \cdot 120\,mm^2$ Querschnitt den Bahnstrom nach zwei neu errichteten Unterwerken bei Neu-Ulm und Plochingen, wo er auf die Fahrleitungspannung von 15 kV abgespannt wird. Jedes Unterwerk hat drei Hauptumspanner 115/15 kV mit je 6500 kVA Leistung.

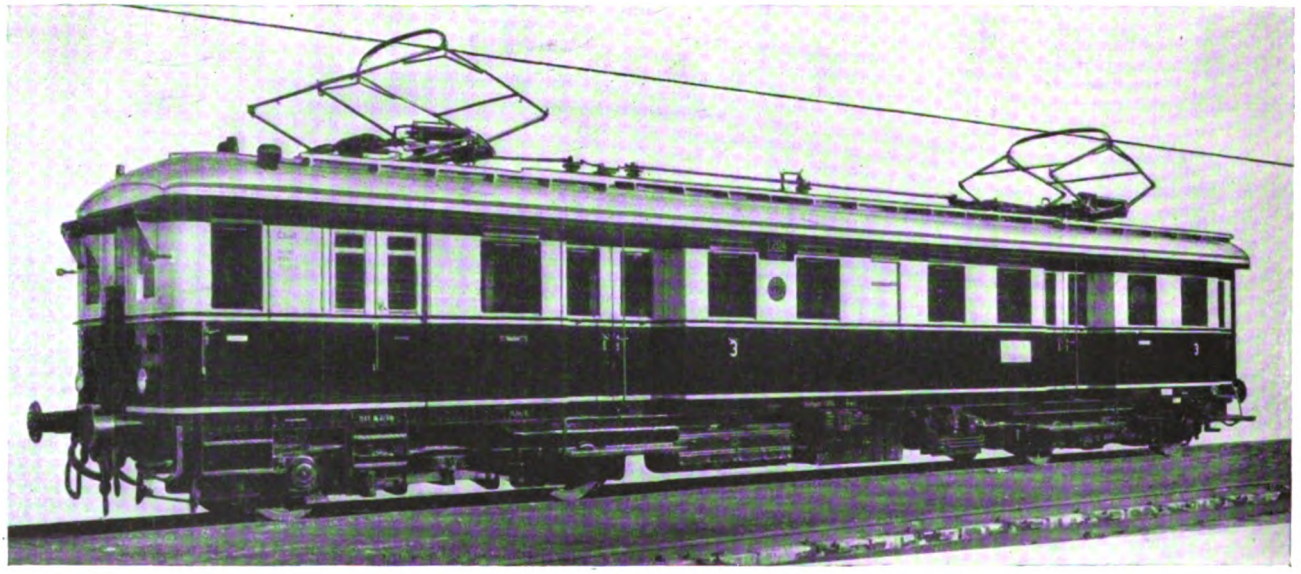
Die Unterwerke sind in Freiluftbauweise auch auf der 15 kV-Seite ausgeführt (Abb. 2).

Die Fahrleitungen, errichtet nach den Werknormen und Vorschriften („Fahrleivo") der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (Abb. 3), erstrecken sich im ganzen auf rd. 724 km Gleislänge; sie sind also im Durchschnitt



Gesamtgewicht 76 t; größte Geschwindigkeit 80 km/h; Reibungsgewicht 76 t; größte Anfahrzugkraft am Treibradumfang 19500 kg; Länge über Puffer 15,29 m; Zahl der Fahrmotoren 4; Bügel niedergelegt.

Abb. 4. Personen- und Güterzuglokomotive, Achsfolge Bo-Bo, Reihe E 44.



Gesamtgewicht 70 t (besetzt); größte Geschwindigkeit 75 km/h; Reibungsgewicht 63 t; größte Anfahrzugkraft am Treibradumfang 10500 kg; Länge über Puffer 20,3 m; Zahl der Fahrmotoren 4.

Abb. 5. Triebwagen, Achsfolge Bo-Bo für den Nahverkehr Ludwigsburg–Stuttgart–Eßlingen.

Digitized by Google

3,28mal so lang wie die umgestellten Strecken. Die Versorgung dieses umfangreichen Netzes machte die Errichtung von je 2 Schaltposten in Ulm und Stuttgart und eines solchen bei Untertürkheim nötig. Bemerkenswert ist der erstmals bei Einphasenbahnen angewendete große Unterwerksabstand von 135 km zwischen Pasing und Neu-Ulm; dieser wurde ermöglicht durch Anwenden der bisher im bayerischen Netze mit Erfolg benutzten zweiseitigen Speisung im Zusammenhange mit der Querkupplung der Fahrleitungen beider Fahrrichtungen und der Schaffung eines Selektivschutzes durch Einbau von Unterreaktanz- und Richtungsrelais.

Von den benötigten Triebfahrzeugen konnte ein erheblicher Teil vorhandenem Bestande entnommen werden: 2 Schnellzuglokomotiven der schon bisher verwendeten Bauart Reihe E 16, Achsfolge 1 Do 1 mit Achsantrieb Bauart Buchli, wurden nachbestellt. Von einer neuen Bauart, Reihe E 44, Achsfolge Bo-Bo, mit Einzelachsantrieb und Tatzenmotoren, für 80 km Höchstgeschwindigkeit, bestimmt für Güterzüge und Personenzüge, wurden 20 Stück in Dienst gestellt (Abb. 4). Zwölf neu bestellte Schnellzuglokomotiven der Reihe E 04, Achsfolge 1 Co 1, von denen einige für 130 km/h, die übrigen für 110 km/h Höchstgeschwindigkeit gebaut sind, werden auf den Flachlandstrecken der Reichsbahndirektion Halle in Betrieb genommen, welche dafür 12 schwere Schnellzuglokomotiven der Reihe E 17, Achsfolge 1 Do 1 mit AEG-Westinghouse-Antrieb nach Stuttgart abgab.

Außerdem wurden 2 Güterzuglokomotiven der Reihe E 93, Achsfolge Co-Co mit Einzelachsantrieb, beschafft.

An Triebwagen erhielt Bayern 6 Stück neue der dort schon verwendeten Bauart Achsfolge Bo + 2 sowie 4 Steuerwagen; für den Stuttgarter Nahverkehr sind 16 neue Triebwagen der Achsfolge Bo-Bo (Abb. 5) und 12 Steuerwagen neu beschafft worden, 32 vorhandene Personenwagen wurden als Beiwagen für die Stuttgarter Triebwagenzüge eingerichtet.

421 Personen- und Gepäckwagen erhielten elektrische Zugheizung, 83 andere Wagen durchgehende elektrische Heizleitung.

Von den Gesamtkosten in der Höhe von rd. 52 Mill RM entfallen auf: Fernleitung 9 %, Unterwerke 5 %, Fahrleitungen mit Schaltposten 21 %, Kabelung, Änderung und Ergänzung der Fernmeldeanlagen 12 %, bautechnische Arbeiten einschließlich Änderung der Sicherungsanlagen 11 %, Änderung der Beleuchtungsanlagen, Anpassung der Betriebs- und Ausbesserungswerke, Schaffung von Fahrleitungsmeistereien 4 %, Gemeinkosten 5 %, zusammen auf ortsfeste Anlagen 67 %, auf Triebfahrzeuge, Steuerwagen, Beiwagen sowie elektrische Heizeinrichtungen 33 %.

— *er*

Der im Leerlauf durch selbsterregte asynchrone Erregermaschine übererregte Asynchronmotor.

Von **A. Heyland**, Brüssel.

Übersicht. Die Arbeit behandelt Aufnahmen an einem größeren Motor und erläutert an diesen gleichzeitig die in letzter Zeit gebrachte Aufklärung zweier schon seit über 10 Jahren bestehender, sehr wesentlicher Irrtümer in den bekannten analytischen Rechnungen.

Der Klarheit willen wird, wie auch in der genannten Arbeit, zunächst das Ergebnis desselben Motors als Synchronmotor erläutert, u. zw. indem dieselbe Erregermaschine zunächst als Gleichstrom-Erregermaschine angeschlossen benutzt wird, und dann das Ergebnis als Asynchronmaschine.

In meiner vor kurzer Zeit erschienenen Arbeit[1] ist gezeigt, worauf ich auch seitdem gelegentlich hinwies[2], daß für die obigen Maschinen bei den in theoretischen Aufsätzen häufig angewandten Rechnungen mit den Induktionskoeffizienten sich zwei zur Zeit schon alte Irrtümer eingeführt haben, daß diese sich jedoch dort leicht beseitigen lassen. Sie sind dadurch entstanden, daß man versuchte, die im Sekundärkreise des Asynchronmotors sich ergebende Frequenz allein aus diesen Koeffizienten zu berechnen. Sie verschwinden hingegen auch in solchen Rechnungen, wenn dabei jene Koeffizienten zunächst dazu benutzt werden, an Hand ihrer das im Asynchronmotor tatsächlich auftretende induzierende Feld zum Ausdruck zu bringen, und wenn dann erst in normaler Weise aus dem so definierten Felde und der von ihm zu induzierenden EMK die im Sekundäranker des Motors sich ergebende Frequenz abgeleitet wird.

Es erscheint von Interesse, hier Aufnahmen in einem gegebenen Falle mitzuteilen und, außer ihrer Ableitung durch normale Rechnung, dann auch gleichzeitig die zur Klärung der physikalischen Rolle der Induktionskoeffizienten in jener Arbeit zunächst prinzipiell entwickelten Beziehungen noch näher zu erläutern.

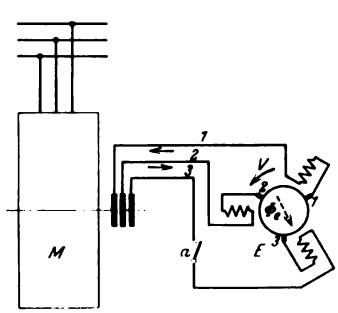
I. Unterlagen für die Erregermaschine.

Eine solche selbsterregt ausgeführte mehrphasige Reihenschlußmaschine arbeitet, zunächst im Anschlusse an irgendeinen äußeren Stromkreis, in analoger Weise wie eine selbsterregt ausgeführte Reihenschluß-Gleichstromdynamo. Die erzeugte Spannung ist, wie dort, durch die gewählte Eisensättigung bestimmt und begrenzt. Die Rolle der letzteren wird beim Anschlusse der Maschine an den Sekundärkreis des Asynchronmotors selbst wichtiger als bei der Gleichstrommaschine, weil ihr Strom dann bei Belastung des Motors noch veränderlich wird und unabhängig von ihrer Spannung zunimmt.

Außerdem bewirkt die mehrphasige Maschine in dem Sekundäranker des Motors, welcher einen Stromkreis ohne Stromquelle gegebener Frequenz bildet, eine Frequenz, welche sich ergibt aus der Phasenvoreilung der von ihr erzeugten Spannung zu ihrem Strome, und zwar aus der jeweiligen Komponente der Spannung an ihren Klemmen, welche nicht durch den ohmschen Spannungsabfall des Stromes im äußeren Stromkreise gedeckt wird, und dem in diesem auftretenden magnetischen Felde, welches hier eine der obigen Komponente gleiche und entgegengesetzte EMK induzieren muß.

a) Die Erregermaschine als Gleichstrommaschine.

Für die Aufnahmen ist es vorteilhaft, den Motor zunächst als Synchronmotor zu untersuchen und dabei zu diesem Zwecke dieselbe dreiphasige Erregermaschine (Abb. 1) zunächst als Gleichstrommaschine anzuschließen, indem man ihren äußeren Stromkreis in einer der drei Phasen, der Phase 3, durch den Ausschalter a unterbricht. Ihr in den zwei anderen Phasen erzeugter Strom wird dann Gleichstrom, wobei sein Wert sowie die Größen der zwischen den verschiedenen Klemmen gemessenen Spannungen den Werten bei der Benutzung der Maschine als Dreiphasenmaschine entsprechen, für den Moment gerechnet, wo dort der Strom in der Phase 3 Null ist.



V Drehrichtung
Φ_e Feldrichtung, wenn a offen

Abb. 1. Schema des Motors M mit Erregermaschine E.

Diese Schaltung hat sehr viel Bedeutung gewonnen, weil es unmöglich ist, bei der dreiphasigen Schaltung infolge der niederen Frequenz und der Unruhe der Instrumente Spannung und Strom genauer oder vor allem den sich ergebenden Winkel α der Voreilung der Spannung auch nur annähernd kontrollieren zu können. Die Schaltung als Gleichstrommaschine hingegen hat erlaubt, diese Werte und auch den genannten Winkel α mit großer Genauigkeit abzulesen.

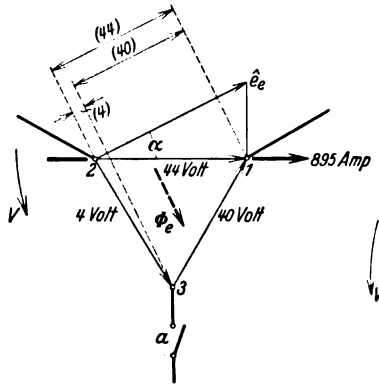
Wie Abb. 2 wiedergibt, erzeugt in dem unten behandelten Falle z. B. die Maschine dann zwischen ihren Klem-

[1] Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 1 (1932).
[2] ETZ 1932, S. 518 und 831. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 175 (1933).

Digitized by Google

men *1* und *2* einen Gleichstrom von 895 A bei einer Spannung von 44 V, während ihre zwischen *3—1* gemessene Spannung 40 V und zwischen *2—3* 4 V beträgt. Dies bedeutet, daß die im Anker induzierte Spannung um einen Winkel α zu *2—1* im Sinne der Drehrichtung *V* des Ankers örtlich verschieden gerichtet ist und die drei gemessenen Spannungen in ihrem Verhältnisse zueinander den eingezeichneten Projektionen hierzu entsprechen. Diese geometrischen Beziehungen ergeben dann:

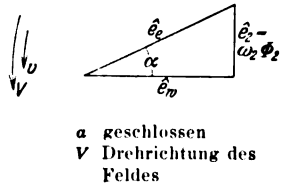
$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\left(\frac{40}{44} - 0{,}5\right) = 0{,}473, \qquad \alpha = 25^0\ 20'.$$



a geöffnet Φ_e Feldrichtung

Abb. 2. Diagramm für die Gleichstrom-Erregermaschine.

Ersetzt man für den Gleichstrom den Sekundärkreis hier durch einen regelbaren Widerstand, so findet man auch außerdem die Änderung von α mit dem Strome.



a geschlossen
V Drehrichtung des Feldes

Abb. 3. Diagramm für die Dreiphasen-Erregermaschine.

b) Die Erregermaschine als Dreiphasenmaschine.

Die Abb. 3 zeigt dann die analogen Werte bei dreiphasigem Anschluß, mit dem gleichen Winkel α, der hier die Voreilung der Spannung ergibt. Die Spannung zwischen den Klemmen ist in ihrer Amplitude durch $\hat{e}_e = 44/\cos\alpha = 49$ V gegeben, und die Effektivwerte von Spannung und Strom sind: $E = 49/\sqrt{2} = 34{,}5$, und $I = 895\,\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 730$.

Im reinen Leerlauf des Motors ist die nicht durch ohmschen Abfall gedeckte Komponente: $\hat{e}_2 = \hat{e}_e \sin\alpha = 21$ V, so daß das Sekundärfeld Φ_2 des Motors bereits im Leerlauf eine dieser entsprechende Schlupfspannung und Schlüpfung bewirkt.

c) Ausführung der Erregermaschine.

Die Ausführung ist die einer Maschine mit hoher Ankerrückwirkung, so daß, wie Abb. 2 zunächst z. B. bei Anschluß als Gleichstrommaschine für ihr dann feststehendes Ankerfeld Φ_e zeigt, eine wesentliche Komponente dieses in Richtung des Ankerstromes liegt und deshalb durch Ankerrückwirkung erzeugt wird.

Beim Anschluß als Dreiphasenmaschine hat dies zur Folge, daß ihr Drehfeld mit der Drehrichtung *V* des Ankers gleichläufig wird. Die vollkommene Kommutierung des Stromes wird hier ohne Anwendung von Wendepolen durch die schon früher[3] beschriebene und in der letzten Zeit[4] auch in ihrer Theorie näher behandelte Anordnung der Wicklungen erzielt. Sie ist dabei so, daß man in den meisten Fällen auch bei Vollast den Eindruck erhält, die Maschine sei noch stromlos.

Die höhere Ankerrückwirkung hat zur Folge, daß auch bei hoher Eisensättigung im Stator Zunahme des Stromes eine selbsttätige Zunahme der betreffenden Komponente des Feldes Φ_e und der induzierten EMK im Sinne von Zunahme der Schlüpfung des Motors bewirkt.

Sie ergibt hier eine der Rolle des Hauptfeldes im Kompensator nach Leblanc analoge nutzbare Wirkung der sekundären Streukomponente des Feldes und erlaubt deshalb, da letztere mit dem Strome ständig zunimmt, die an sich schon große Unempfindlichkeit des normalen Asynchronmotors auch selbst noch weiter zu erhöhen.

Tritt dann beim leerlaufenden Motor aus irgend einem Grunde, z. B. infolge Zunahme der Netzfrequenz und Zunahme der Schlüpfung, eine der Komponente der Schlüpfung entsprechende Zunahme des Stromes auf, so bewirkt dieser weitere Zunahme der genannten Komponente der EMK, so daß letztere und die zunehmende Schlupfspannung des Motors sich einander anpassen, bis der Strom wieder auf seinen vorigen Wert zurückgeht.

[3] ETZ 1927, S. 673; 1928, S. 385; 1930, S. 1545.
[4] Bericht der 3. Sektion des Internationalen Elektrizitätskongresses Paris 1932.

II. Beispiel eines Motors.

Als Beispiel sei ein größerer Walzenmotor niederer Drehzahl mit einer solchen Erregermaschine benutzt, welcher bei großem Luftspalt (4 mm) als normaler Motor mit niederem Leistungsfaktor arbeitet. Seine Unterlagen und die zunächst für den normalen Motor sich ergebenden Werte sind die folgenden:

Leistung: 4400 kW, 28 Pole, Frequenz 50 Per/s,
$E_1 = 10\,900$ V, also $\hat{e}_1 = 15\,400$ V,
$I_1 = 331$ A, $I_2 = 690$ A,
Wirkungsgrad 95 %, Leistungsfaktor 0,74,
Primär/Phase: Windungz. $w_1 = 252$, $R_1 = 0{,}19\ \Omega$,
Sekundär/Phase: Windungsz. $w_2 = 98$, $R_2 = 0{,}024\ \Omega$,
Sternschaltung primär und sekundär,
Streufaktoren: $\tau_1 = \tau_2 = 0{,}06$,
Magnetisierungstrom im Leerlauf:

$$I_1 = 162\text{ A}\quad\left(\text{also } I_1\,\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 198\right).$$

Die Abb. 4 zeigt zunächst das Diagramm beim normalen Motor mit den Strömen I_1 und I_2 im Maße ihrer Stromwindungszahlen.

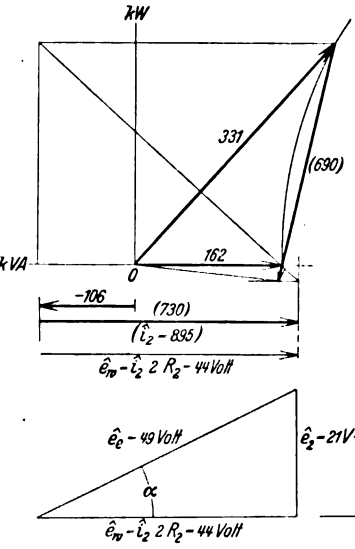


Abb. 4. Diagramm für den Motor als normaler Motor und bei Übererregung im Leerlauf auf 106 A, 2000 kVA als Synchronmotor und als Asynchronmotor.

a) Synchronmotor.

Die Erregermaschine erzeugt bei geöffnetem Ausschalter *a* (Abb. 1 u. 2) einen Gleichstrom $\hat{i}_2 = 895$ A, bei einer Spannung $\hat{e}_w = 44$ V, welche sich aus dem Widerstande zweier Phasen in Reihe $2 \cdot R_2$ einschließlich der Übergangswiderstände ergibt.

Im Leerlauf ergibt sich hierbei primär für den Motor ein Voreilungstrom $I_1 = -106$ A, also eine Blindleistung von 2000 kVA. Die normale Rechnung wie auch die an zweiter Stelle in Abb. 4 eingezeichnete graphische Ableitung ergeben hierbei:
Primärfeld $\Phi_1 = 11{,}75 \cdot 10^6$; Sekundärfeld $\Phi_2 = 13{,}35 \cdot 10^6$.

b) Asynchronmotor.

Im Leerlauf als Asynchronmotor, d. h. wird Phase *3* in Abb. 1 wieder geschlossen, bleiben diese Werte die gleichen. Die Effektivwerte von Spannung und Strom der dreiphasigen Erregermaschine sind $E_e = 34{,}5$ V, $I_2 = 730$ A und entsprechen in der oben erläuterten Weise den Amplituden bei der Gleichstrom-Erregermaschine.

Die dem Winkel α entsprechende und, wie in Abb. 4 an dritter Stelle eingezeichnet, hinzukommende Komponente $\hat{e}_2 = 21$ V bewirkt dann lediglich eine Frequenz f_2, $\omega_2 = 2\pi f_2$ des Feldes Φ_2 im Sekundäranker des Motors und hier eine Schlüpfung im Leerlauf von 0,31 %.

III. Anwendung der Induktionskoeffizienten.

a) Verhältnisse für den Motor.

Die Koeffizienten der primären und sekundären Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion, L_1, L_2, M, ergeben sich bei Sternschaltung für je zwei Phasen in Reihe aus den obigen Unterlagen des Motors zu: $L_1 = 0{,}247$, $L_2 = 0{,}0374$, $M = 0{,}0906$.

Die in meiner genannten Arbeit für den Leerlauf entwickelten prinzipiellen Beziehungen lauten dann für zahlenmäßige Rechnung und unter Einführung der Windungszahlen und des Wicklungsfaktors je Phase $\xi = 3/\pi$:

$$\Phi_1 = \frac{M\,\hat{i}_2 + L_1\,\hat{i}_1}{\xi\, w_1 \sqrt{3}} \cdot 10^8 \qquad (1)$$

$$\Phi_2 = \frac{L_2\,\hat{i}_2 + M\,\hat{i}_1}{\xi\, w_2 \sqrt{3}} \cdot 10^8, \qquad (2)$$

Digitized by Google

wobei, da Φ_1 außerdem durch $\hat{e}_1$ und ω_1 gegeben ist,

$$\Phi_1 = \frac{\hat{e}_1}{\omega_1 \xi w_1 \sqrt{3}} \cdot 10^8 \qquad (3)$$

bei gegebenem $\hat{i}_2$ auch Φ_2 aus Gl. (1) und (2) gegeben ist:

$$\Phi_2 = \frac{\Phi_1}{1+\tau_1} + \frac{\tau_1+\tau_2+\tau_1\tau_2}{1+\tau_1} \frac{M \cdot 10^8}{\xi w_1 \sqrt{3}} \hat{i}_2. \qquad (4)$$

Nach der Gl. (3) ergeben sich dann ω_2 und die Schlüpfung:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\hat{e}_2}{\hat{e}_1} \frac{w_1}{w_2} \frac{\Phi_1}{\Phi_2} \qquad (5)$$

und aus Gl. (3) und (1) der Primärstrom:

$$\hat{i}_1 = \frac{\hat{e}_1}{\omega_1 L_1} - \frac{M}{L_1} \hat{i}_2. \qquad (6)$$

Diese letzte Gleichung bedeutet, daß der Strom $\hat{i}_1$ entweder positiv oder negativ wird, d. h. entweder nacheilend oder voreilend, je nachdem der von der Erregermaschine gelieferte Strom $\hat{i}_2$ kleiner oder größer ist als der Wert $\frac{\hat{e}_1}{\omega_1 M}$. Im vorliegenden Falle z. B. ist er $I_2 = 730$, $\hat{i}_2 = 730 \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 895$. Nach Gl. (6) ergibt dies $\hat{i}_1 = -130$, also $I_1 = -130 \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = -106$ A, wie auch oben gefunden wurde.

Alle diese auf Grund der Induktionskoeffizienten des Motors mit Berücksichtigung seines gegebenen Primärfeldes Gl. (3) abgeleiteten Werte werden dann naturgemäß die gleichen wie bei normaler Rechnung.

Die selbsterregte Erregermaschine bewirkt in dem Sekundäranker, welcher einen Stromkreis ohne gegebene Frequenz bildet, lediglich eine Frequenz, die vom normalen Felde des primär am Netze angeschlossenen Motors abhängt und seine Schlüpfung ergibt.

Der wesentlichste Irrtum in den früheren Rechnungen war, daß man für diesen Fall einerseits diese im Leerlauf aus der EMK der Selbsterregung sich ergebende Frequenz der Schlüpfung richtig aus dem Felde und der zu induzierenden EMK ableitete, dann aber dort außerdem ohne Berücksichtigung des gegebenen Feldes im Motor aus den Induktionskoeffizienten allein noch eine andere Frequenz einer gleichzeitig zweiten Selbsterregung errechnete, welche dem Felde des Motors im Kurzschlusse entsprechen würde, zu welcher hier jedoch keinerlei physikalische Begründung vorliegt. Er beruht vielmehr auf einer offenbar völligen Verkennung der physikalischen Vorgänge in induktiven Stromkreisen.

Jenes Vorgehen ist so, als wenn man z. B. im normalen Synchronmotor außer seinem durch Netzspannung und Netzfrequenz gegebenen Felde gleichzeitig noch sein Feld im Kurzschlusse, wenn er aus dem Tritt fällt, auch bei normaler Drehzahl in die Rechnung einführen wollte.

b) Ursache der Irrtümer.

In früheren Ausführungen wählte man der Kommutierung wegen, die sich jedoch (s. oben) in selbst sehr vollkommener anderer Weise lösen läßt, die Verhältnisse der wirksamen Stromwindungszahlen in der Erregermaschine so, daß die Maschine gegen ihr Drehfeld umläuft, wobei dann häufig starke Störungen beobachtet werden. Die oben an Abb. 2 u. 3 erläuterten Vorgänge gehen dann aber in ihr Gegenteil über, so daß Φ_e die umgekehrte Phase erhält, durch Ankerrückwirkung geschwächt wird und bei Sättigung des Feldes im Stator in dem oben behandelten Falle z. B. bei Zunahme der Netzfrequenz die Zunahme des Stromes in einem gewissen Moment dann eine zunächst, und sogar momentan, abnehmende Schlüpfung des Motors bewirken müßte.

Die bei solchen mit gegenläufigem Felde ausgeführten Erregermaschinen häufig beobachteten starken und kurzschlußartig auftretenden Stromstöße erklären sich deshalb in einer sehr natürlichen Weise. Den früheren Rechnungen lag hingegen allgemein noch bisher die Auffassung zugrunde, daß es für das Verhalten des Motors infolge der Reihenschaltung von Primär- und Sekundäranker der Erregermaschine gleichgültig sei, ob sie mit gleich- oder gegenläufigem Felde ausgeführt werde.

Jene Auffassung rührte jedoch daher, daß in den betreffenden Rechnungen auch die Erregermaschine auf Grund ihrer Induktionskoeffizienten behandelt wurde und daß man dabei völlig übersah, daß in solchen wie eine selbsterregte Gleichstrommaschine mit einer gewissen Eisensättigung auszuführenden Maschinen sowohl diese Koeffizienten selbst als auch die Verhältnisse ihrer die Feldkomponenten im Eisen- und Luftwege bestimmenden Teile zueinander keine Konstanten sind, sondern in sehr weiten Grenzen veränderliche Werte darstellen.

In meiner genannten Arbeit wurde auch noch gezeigt, daß man diese Koeffizienten auch hier benutzen kann, wenn man sie unter Berücksichtigung der Streufaktoren sinngemäß zerlegt, und daß auch sie dann für beide Fälle die genau entgegengesetzten Resultate ergeben.

c) Zusammenfassung.

Diese Irrtümer in jenen Rechnungen haben deshalb zwei Mißerkenntnisse zur Folge gehabt. Sie haben einerseits verhindert, die natürlichen Gründe für infolge unrichtiger Ausführungen der Maschinen beobachtete Störungen zu erkennen. Sie haben anderseits dann zwecks Erklärung zu der Auffassung einer Selbsterregung mit zwei gleichzeitigen Frequenzen geführt; eine physikalische Unmöglichkeit, die aber genügt hat, seit schon über zehn Jahren und bisher ein Gefühl von Unsicherheit über mysteriöse Vorgänge in diesen sehr einfachen Maschinen aufrecht zu erhalten. Es ist anzunehmen, daß solche Theorien im Interesse von Wissenschaft und Technik auf diesem Gebiete ihr baldiges Ende finden werden.

Die selbsterregte asynchrone Erregermaschine mit Reihenschlußerregung bildet bei geeigneter Ausführung für derartige praktische Fälle, wo es sich um Einfachheit, Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit handelt, eine äußerst vorteilhafte Verwertung der Eigenschaften des mehrphasigen Kommutatorgenerators zur Übererregung des Asynchronmotors auch im Leerlauf, weil der Sekundärkreis des Motors einen Stromkreis ohne gegebene Frequenz darstellt und seine Schlupffrequenz sich erst ergibt aus der Belastung des Motors und einer Komponente der Spannung der Erregermaschine.

In allen zahlreichen Fällen, wo diese, wie vorstehend erläutert, ausgeführten Maschinen seit Jahren im Betriebe sind, zeichnen sie, wie die betreffenden Motoren, sich durch ihre absolute Unempfindlichkeit aus, und dies auch bei Abgabe beliebig hoher durch ihre Kupferquerschnitte zulässiger Blindleistung im Leerlauf.

Öffentliche Elektrizitätswirtschaft in Baden im Jahre 1932*.

Von Dipl.-Ing. **Franz Goerg**, Karlsruhe i. B.

Übersicht. Baden umfaßt 15 % der deutschen Wasserkräfte, die zur Verfügung stehende Leistung beträgt rd. 444 000 kW, die des Schluchseewerks 143 000 kW. Versorgt werden 1533 Gemeinden, 86 % der Haushaltungen sind angeschlossen, die gesamte Stromabgabe beträgt 1130 Mill kWh.

Die öffentliche Elektrizitätswirtschaft des Landes Baden baut sich vorwiegend auf die im Schwarzwald und am Oberrhein zur Verfügung stehenden günstigen Wasserkräfte auf. Verfügt doch Baden allein über rd. 15 % der gesamten in Deutschland vorhandenen Wasserkräfte.

In der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft standen am Ende des Berichtsjahres zur Verfügung:

Wasserkräfte mit insgesamt . . .	rd.	330 000 kW
Dampfkraft mit insgesamt	„	110 000 „
andere Kräfte mit insgesamt . . .	„	4 000 „
zusammen	rd.	444 000 kW.

Die vorhandenen Wasserkraftanlagen besitzen eine durchschnittliche Jahreserzeugungsfähigkeit von rd. 790 Mill kWh. Hierbei sind für die Kraftwerke am Oberrhein für Leistung und Erzeugungsfähigkeit nur die Baden zustehenden Quoten berücksichtigt. Die Erzeugungsfähigkeit der Wasserkraftanlagen konnte auch im Jahre 1932 weitgehendst ausgenutzt werden.

Als wesentlicher Zugang im Berichtsjahr zu den in Baden vorhandenen Wasserkraftanlagen ist die Oberstufe

* Mit diesem Aufsatz beginnen kurze Abhandlungen über die öffentliche Elektrizitätswirtschaft der Versorgungsgebiete Deutschlands und des Auslandes, im Jahre 1932. Sie werden in zwangloser Reihenfolge erscheinen. D. S.

Digitized by Google

des Schluchseewerkes zu nennen mit einer maximalen Leistungsfähigkeit von 143 000 kW und einer durchschnittlichen Jahreserzeugungsfähigkeit aus natürlichem Zufluß von 73 Mill kWh. Durch Speicherpumpbetrieb kann die Erzeugung auf rd. 130 ··· 170 Mill kWh gesteigert werden. Es werden jetzt von dem 600 m betragenden Gesamtgefälle des Schluchseewerkes 330 m durch die Oberstufe und

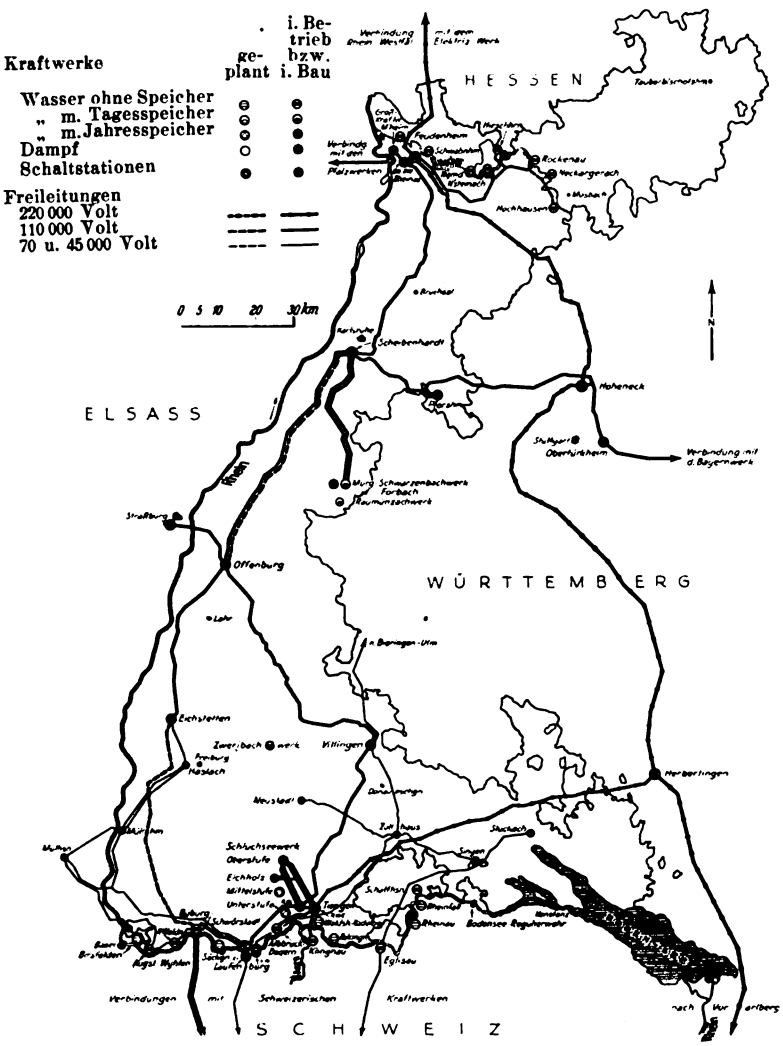


Abb. 1. Die Höchstspannungsleitungen Badens.

das Werk Eichholz ausgenutzt. Das Staubecken dieser Stufe mit einem Inhalt von 108 Mill m³, 600 m über dem Rhein bei Waldshut liegend, bildet das Schwergewicht des Schluchseewerkes und den Schlüssel zu einer rationellen Energiewirtschaft im Verbundbetrieb mit den übrigen hydraulischen Großkraftanlagen am Oberrhein sowie Wärmekraftwerken im Kohlengebiet.

Seit Ende des Berichtsjahres verfügt das Land Baden nunmehr in der Oberstufe des Schluchseewerkes über eine für die Überlandversorgung jederzeit greifbare und in ihrem Ausmaß beträchtliche Momentanreserve, die es gestattet, in den übrigen an das Überlandnetz angeschlossenen Kraftzentralen die Reserven möglichst nieder zu halten und die anderseits noch die wichtige Aufgabe erfüllt, unstetige Kraft aus Laufkraftwerken zu ergänzen, Belastungspitzen zu übernehmen und aus den Laufwasserkräften in bedarfschwachen Zeiten anfallende Überschußenergie zu veredeln.

Der im Gang befindliche Ausbau weiterer Wasserkräfte konnte durchweg zufriedenstellend gefördert werden. Am Oberrheinkraftwerk Albbruck-Dogern nahmen die Bauarbeiten ihren planmäßigen Fortgang, so daß mit der termingerechten Inbetriebnahme dieses Werkes gerechnet werden kann, das eine maximale Leistung von 70 000 kW bei einer durchschnittlichen jährlichen Erzeugung von 470 Mill kWh wird abgeben können.

Am Neckar, dessen Ausbau von der Neckar-Aktiengesellschaft Stuttgart durchgeführt wird, konnte von den in Baden liegenden Staustufen die Stufe Rockenau mit einer maximalen Leistung von 4800 kW bei einer durchschnittlichen jährlichen Erzeugungsfähigkeit von 28 Mill kWh in Probebetrieb genommen werden. An den Neckarstaustufen Neckarzimmern und Guttenbach wurden die Ausbauarbeiten begonnen.

An den anläßlich des Mainausbaues von der Rhein-Main-Donau AG., München, zu erstellenden Mainstaustufen bei Freudenberg und Faulbach, deren Erzeugung teilweise Baden zufällt, sind die Arbeiten wie vorgesehen weitergeführt worden.

Trotz der in Südwestdeutschland sich besonders stark auswirkenden allgemeinen Wirtschaftskrise konnten notwendige Verbesserungen und Verstärkungen der Transformierungs- und Verteilungsanlagen durchweg in gewünschtem Maße durchgeführt werden. Die Hochspannungsverteilungsleitungen wurden im Berichtsjahr um rd. 65 km auf rd. 6600 km erweitert, die installierte Transformatorenleistung erhöhte sich um rd. 3000 kVA ohne den Zugang durch das Schluchseewerk mit 162 000 kVA.

Das Versorgungsgebiet des Landes Baden umfaßt insgesamt rd. 15 000 km² mit einer Wohnbevölkerung von rd. 2,5 Mill. Von 1539 selbständigen politischen Gemeinden hatten 1533 am Ende des Berichtsjahres eine allgemeine Elektrizitätsversorgung, die restlichen 6 Gemeinden haben zusammen rd. 1600 Einwohner. 189 Gemeinden, im Vorjahr 192, werden aus rein örtlichen Werken oder kleinen Gebietszentralen, deren Gebiet weniger als 10 Gemeinden umfaßt, beliefert. Etwa 15 Gemeinden der als versorgt bezeichneten haben nur eine lückenhafte Teilversorgung durch kleine und kleinste örtliche Werke, die vorwiegend in Privatbesitz sind. Die Ursache liegt in der im Schwarzwald häufig vorhandenen sehr zerstreuten Siedlungsweise, die die Anlage von einheitlichen Ortsnetzen außerordentlich erschwert und verteuert, ferner in dem Vorhandensein zahlreicher kleiner Wasserkraftanlagen.

Von rd. 560 000 Haushaltungen in Baden waren im Berichtsjahr über 86 % mit elektrischer Arbeit versorgt. Gegenüber dem Stand am Ende des Vorjahres ist ein Anschlußzuwachs von rd. 1 % zu verzeichnen.

Bei Stromabgabe an Haushaltungen konnten bei den meisten Überlandwerken Fortschritte in der Stromabgabe für elektrische Kochherde und Warmwasserspeicher erzielt werden.

Alle Überlandwerke haben durchweg der allgemeinen Wirtschaftskrise durch tarifliche Maßnahmen Rechnung getragen, während einzelne städtische Werke gehalten waren, auf die Strompreise zur Mitdeckung des städtischen Finanzbedarfs Zuschläge zu erheben, die jedoch den Betrag von durchschnittlich 2 Pf je kWh

Strombedarf und Stromumsatz in Baden 1932.

	1931 Mill kWh	1932 Mill kWh	Änderung %
gesamter von den badischen Versorgungsunternehmungen abgegebener Strom	1200	1130	— 5,8
davon in der bad. Kupplungswirtschaft umgeflossen	310	250	— 19,3
unmittelbar abgegebener Strom	890	880	— 1,1
Stromausfuhr aus Baden	264	270	+ 2,3
davon:			
nach deutschen Gebieten	(190)	(180)	— 5,2
nach dem Ausland	(74)	(90)	+ 21,6
an Verbraucher in Baden abgegebener Strom	626	610	— 2,5
Verluste in der Fortleitung, Transformierung und Verteilung	194 (13,9%)	145 (11,4%)	—
gesamter Stromumsatz in Baden (ohne Eigenverbrauch der Kraftwerke)	1394	1275	— 8,1
Einfuhr nach Baden	174	145	— 22,5
davon:			
aus deutschen Gebieten	(4)	(5)	(+ 20)
aus dem Ausland	(170)	(140)	(— 17,6)
aus bad. Kraftwerken gedeckt	910	880	(— 4,3)

nicht übersteigen. Nach den vorliegenden Umsatzzahlen, welche einen Teil der größeren Werke umfassen, kann auf einen allgemeinen Einnahmenrückgang von etwa 8 % geschlossen werden. Der Einnahmenrückgang übersteigt den Rückgang des Strombedarfes erheblich, ein Zeichen dafür, daß die durch die Preissenkungsaktionen angestrebte relative Konsummehrung nicht eingetreten ist.

Digitized by Google

Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Seilschwingungen*.

Von Dipl.-Ing. **Hans Schmitt** u. Dr.-Ing. **Paul Behrens**, Lautawerk.

Übersicht. Schwingungsbrüche an Freileitungen gaben Veranlassung zu den nachfolgenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen. Es werden Formeln für die Schwingungsbeanspruchung an den Klemmen gegeben. Mit Hilfe einer einfachen Vorrichtung, des Schwinghebeldämpfers der Vereinigte Aluminium-Werke Aktiengesellschaft, Lautawerk i. d. Lausitz, gelingt es, die Schwingungen vollständig zum Verschwinden zu bringen.

Seit einer Reihe von Jahren sind an Freileitungseilen mechanische durch Wind erregte Schwingungen beobachtet worden, die häufig zu Ermüdungsbrüchen der Seile an den Tragklemmen Veranlassung gegeben haben. Zur Untersuchung dieser Erscheinungen wurden teils künstlich, teils durch Wind erregte Schwingungsversuchsstrecken gebaut. Auf den künstlich erregten Ständen kann man jederzeit Schwingungen erzeugen, aber nicht

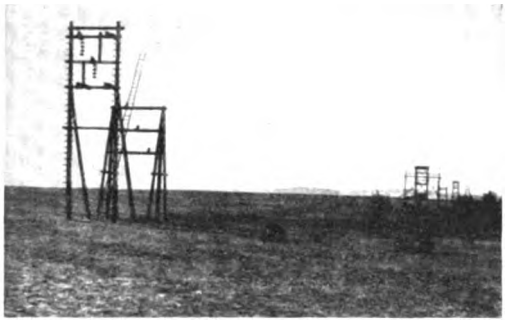


Abb. 1. Die Schwingungsversuchstrecke des Lautawerks (Gesamtansicht).

genau die in der Praxis vorkommenden Verhältnisse erforschen. Man kann auf ihnen nur Vorrichtungen entwickeln, die bei bestehenbleibender Schwingung die Beanspruchungen an der Klemme zu vermindern suchen. Erst bei vom Winde erregten Versuchstrecken war es möglich, Vorrichtungen zu entwickeln, die die Schwingungen ganz oder teilweise dämpfen. Außerdem zeigen Schwingungsbrüche bei künstlich und bei vom Winde erregten Strecken insofern einen Unterschied, als die Brüche bei den künstlich erregten meist im unverletzten Material auftreten, während sie bei den durch Wind erregten genau wie bei ausgeführten Freileitungen von mehr oder weniger stark ausgeprägten Seilverletzungen auszugehen pflegen, die sich aus der großen Schwingungszahl bis zum Bruche erabstand. Die Strecke ist geeignet zur Aufhängung von 5 Versuchseilen an Isolatoren verschiedenster Ausführung. Die Messungen des Ausschlages und der Frequenz wurden mit einem unmittelbar am Seil befestigten Stift ausgeführt, der die Seilbewegung auf eine Trommel aufschrieb. Gleichzeitig wurden die Wellenlängen und die Windgeschwindigkeiten gemessen und der Barometerstand und die Temperatur der Umgebung bestimmt.

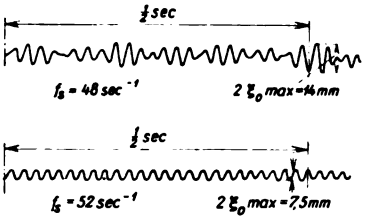


Abb. 2. Schwingungsdiagramme.

Schwingungen wurden an Seilen aus allen Leitungswerkstoffen beobachtet, u. zw. treten sie bei gleichmäßigen Winden von 0,1 bis etwa 7 m/s auf mit Halbwellenlängen von etwa 0,7 ··· 10 m. Die Frequenz der Seilschwingungen betrug etwa 5 ··· 120 Hz. Die Abb. 2 zeigt 2 aufgenommene Schwingungsdiagramme. Das obere wird häufiger beobachtet als die im unteren Bilde dargestellte regelmäßige Schwingung.

Es ist zunächst versucht worden, die Gesetze zu ermitteln, nach denen sich Seilfrequenz, Wellenlänge und Ausschläge bestimmen. Nach Kármán[1] werden die Schwingungen durch Luftwirbel erzeugt, die sich beim Vorbeistreichen gleichmäßiger Winde von der Seiloberfläche ablösen. Den Zusammenhang zwischen der Windgeschwindigkeit und der jeweils gemessenen Seilfrequenz gibt die Abb. 3 wieder.

Die Abb. 3 zeigt, daß abgesehen von einer geringen Streuung, die in schwer vermeidbaren Ungenauigkeiten der Meßmethode liegt, die gemessene Seilfrequenz mit der errechneten Wirbelfrequenz übereinstimmt. Danach trifft die Annahme von Varney[2], daß die Seilfrequenz auch mit einer der Oberwellen der Wirbelfrequenz zusammenfallen kann, offenbar nicht zu. Diese Annahme erscheint auch darum hinfällig, weil die periodischen Kraftwirkungen der Wirbel bei der Länge des Seiles immer mit einer bestimmten Seilschwingung in Resonanz stehen, so daß die Oberschwingungen gegenüber der Schwingung ersten Grades zurücktreten. Je größer natürlich die Seillänge ist, desto genauer wird der Resonanzfall bei jeder Wirbelfrequenz erfüllt.

Die in Abb. 4 eingezeichneten Meßpunkte für die Seilfrequenz über der Halbwellenlänge bei Aluminium-, Aldrey- und Kupferseil verschiedener Vorspannung zeigen, daß die Seile ungefähr nach denselben Gesetzen wie eine

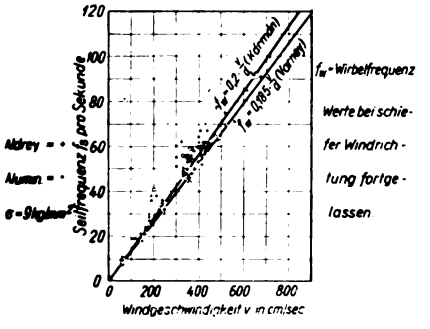


Abb. 3. Abhängigkeit der Seilfrequenz f_s von der Windgeschwindigkeit v.

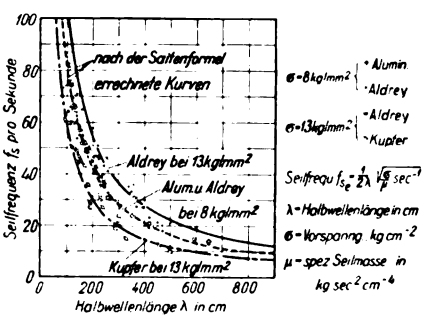


Abb. 4. Abhängigkeit der Seilfrequenz f_s von dem Knotenabstand λ.

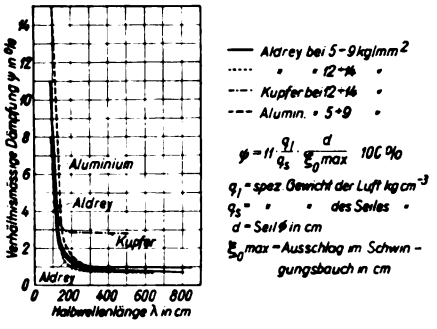


Abb. 5. Vergleich der verhältnismäßigen Dämpfung ψ % bei verschiedenen Leiterwerkstoffen.

geben. Um die Gesetze der Seilbewegung erforschen und einen brauchbaren Schwingungsdämpfer entwickeln zu können, wurde vom Lautawerk eine durch Wind erregte Schwingungsversuchstrecke auf einem für die Ausbildung gleichmäßiger Winde besonders geeigneten Gelände gebaut.

Die Schwingungsversuchstrecke, deren Gesamtansicht die Abb. 1 zeigt, besteht aus 3 Feldern zu je 200 m Mast-

eingespannte Saite schwingen. Ohne das Vorhandensein einer Dämpfung würden die Ausschläge des schwingenden Seiles allmählich unendlich groß werden. Die Größe wird durch die Dämpfung begrenzt, die sich aus Seilreibung, Abfluß von Energie über die Maste, Luftreibung und innerer Baustoffdämpfung zusammensetzt. Die verhältnis-

* Auszug aus einem Vortrag auf der Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in München am 18. VI. 1932.

[1] Physik. Z. Bd. 13, H. 2 (1912) und Techn. Mitt. Studienges. f. Höchstspannungsanl.: Schwenkhagen, „Seilschwingungen".

[2] J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 45, S. 953 u. 1022 (1926); Bd. 47, S. 353 (1928)

Digitized by Google

mäßige Dämpfung ψ % errechnet sich nach O. Föppl[3] aus dem Vergleich der im Gleichgewichtszustand wirkenden und je Schwingung eingeleiteten Energie. ψ % ist in Abb. 5 für eine bestimmte Versuchsreihe in Abhängigkeit von der Halbwellenlänge λ dargestellt. Die Versuche lassen die Annahme zu, daß die Baustoffdämpfung einen maßgebenden Einfluß auf die Größe der Ausschläge einer Leitung hat.

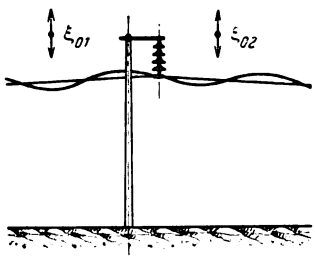


Abb. 6. Schwingende Freileitung.

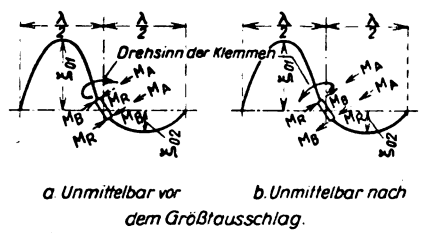


Abb. 7. Zusammensetzung der Beanspruchungen an einer schwingungsdurchlässigen Klemme.

4. Die Zug-Druck-Beanspruchung.

Man berechnet diese Beanspruchung, entsprechend praktischen Beobachtungen, am besten unter der Annahme, daß die Vertikalschwingungen nicht stehend und phasengleich über die ganze Seillänge sind, und daß sich Energie forttragende Zug-Druck-Wanderwellen ausbilden, deren Vorhandensein man durch Klemmenbeobachtungen

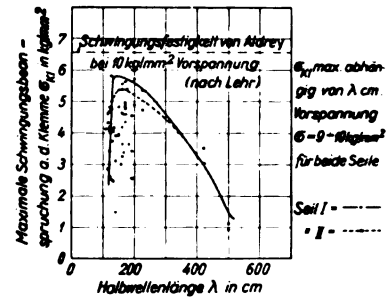


Abb. 8. Vergleich zwischen Schweizer und deutschem Aldreyseil. (Dauerversuch bis zum Bruch.)

Die Ausschläge, die Wellenlängen und die Frequenzen sind wieder ein Maß für die Schwingungsbeanspruchungen einer Leitung, die aus Wechselbiegemomenten und Zugdruckkräften entstehen[4]. Bei einem Feld mit Hängeisolatoren und schwingungsdurchlässiger Klemme nach Abb. 6 treten folgende Beanspruchungen des schwingenden Seiles an der Klemme auf:

1. Die Abbiegespannung.

Das Seil wird infolge der durchweg beobachteten Ungleichheit der Ausschläge links und rechts der Klemme unmittelbar am Klemmenaustritt auf Abbiegung beansprucht. Bezeichnet man

den Seildurchmesser mit	d cm
den Elastizitätsmodul mit	E kg/cm²
den örtlich und zeitlich größten Ausschlag (einseitig) mit	ξ_0 cm
$\frac{\pi}{\lambda}$ mit	α cm^{-1}

und setzt man ferner

$$\gamma = \sqrt{\frac{P}{2JE} + \sqrt{\alpha^4 + \frac{P\alpha^2}{JE} + \frac{P^2}{4J^2E^2}}} \text{ cm}^{-1},$$

worin P die statische Vorlast und J das axiale Trägheitsmoment des Seilquerschnittes in cm⁴ ist, dann ergibt sich die Abbiegespannung zu

$$\sigma_A = \frac{d}{2} E \left(\frac{\alpha^3}{\gamma} + \alpha\gamma\right)(\pm\xi_{01} \mp \xi_{02}) \text{ kg cm}^{-2}. \quad (1)$$

2. Die Beschleunigungs-Biegespannung.

Bei der schwingenden Klemme, die im Rhythmus der Seilbewegungen mitschwingt, muß die Klemmenmasse bei jeder vollen Schwingung zweimal beschleunigt bzw. verzögert werden. Daraus ergeben sich folgende vom Seil aufzunehmende Beschleunigungs-Biegespannungen:

$$\sigma_B = -\frac{J_{KL}}{W} \frac{\xi_{01} + \xi_{02}}{4} \sin\alpha \cdot \beta^2 \text{ kg/cm}^2. \quad (2)$$

In dieser Formel bedeuten J_{KL} das Massenträgheitsmoment der Klemme in cm kg s², W das Widerstandsmoment des Seiles in cm³. Ferner ist $\beta = \frac{\pi}{\lambda}\sqrt{\frac{\sigma}{\mu}}$ bzw. bei Annahme der Gültigkeit der Saitenformel $= 2\pi f_s \text{ s}^{-1}$ (σ = Seilspannung, μ = spezif. Seilmasse).

3. Die Reibungs-Biegungspannung.

Die Reibungs-Biegungspannung entsteht dadurch, daß sich der Klemmendrehbewegung das Reibungsmoment M_R des Klemmentragzapfens entgegenstellt, das vom Seil aufgenommen werden muß. Bezeichnet man den Tragzapfenradius mit r cm, den Zapfenreibungskoeffizienten mit μ_z und den auf die Klemme wirkenden Vertikaldruck mit Q kg, dann ist:

$$\sigma_R = Q \frac{\mu_z r}{2W}. \quad (3)$$

feststellen kann. Aus dem gemessenen maximalen Längsausschlag ξ_0 und der Frequenz f_s läßt sich die Beanspruchung ermitteln:

$$\sigma_p = 2\pi f_s \xi_0 \sqrt{E\mu} \text{ kg/cm}^2. \quad (4)$$

6. Schwingungsbeanspruchung an der Klemme.

Gemäß Abb. 7 addieren sich die sämtlichen Biegespannungen auf einer Seite der Klemme unmittelbar nach dem Größtausschlag. Zu den sich daraus ergebenden maximalen Zug- bzw. Druckspannungen addieren sich die aus den Zug-Druck-Kräften hergeleiteten Beanspruchungen, so daß man folgende Gesamtbeanspruchung erhält:

$$\sigma_{ges} = \sigma_A + \sigma_B + \sigma_R + \sigma_p \text{ kg/cm}^2, \quad (5)$$

Besondere Versuche haben ergeben, daß man als Seilträgheitsmoment J an der Klemme den rechnerischen Höchstwert einsetzen kann, der sich dann ergibt, wenn sich die einzelnen Drähte um die Mittelachse des Seiles biegen. Bei starren Klemmen treten nur σ_A und σ_p auf, dabei ist in der Formel für σ_A sinngemäß ξ_{01} oder ξ_{02} einzusetzen.

Zur Kontrolle der Berechnungen wurden verschiedene Dauerversuche an Seilen bis zum Bruch ausgeführt. Sie ergaben jeweils Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch. Die in Abb. 8 dargestellte Untersuchung an 2 Aldreyseilen ergab Dauerbruch bei einer mittleren Schwingungsbeanspruchung von 4 kg/mm², während bei der betreffenden Vorspannung für polierte Proben 6 kg/mm² Schwingungsfestigkeit zu erwarten war. Der Unterschied ergibt sich aus dem Einfluß der Einspannung und von Oberflächenbeschädigungen. Beide Seile brachen nach 5 ··· 6 Mill Schwingungen. Merkwürdigerweise zeigte sich bei sämtlichen Untersuchungen eine Beanspruchungsspitze bei Halbwellenlängen von etwa 100 ··· 300 cm. In derselben Weise konnte Übereinstimmung zwischen Eintreten des Schwingungsbruches und Rechnung auf Grund von Beobachtungen an ausgeführten Hochspannungsleitungen festgestellt werden. Aus den angestellten Untersuchungen lassen sich nun folgende Schlußfolgerungen ziehen:

Die Seile sollen an der Klemme ein möglichst großes Trägheitsmoment aufweisen, da dadurch die Abbiegebeanspruchungen herabgesetzt werden. Scharfe Drahtprofile, Oberflächenbeschädigungen und -korrosionen setzen die Wechselfestigkeit herab. Die Klemme soll leicht beweglich sein und ein geringes Massenträgheitsmoment haben. Große Mastabstände erhöhen die Schwingungsgefahr, während hohe statische Seilspannung die Schwingungsfestigkeit herabsetzt und die Schwingungsneigung und -schnelle erhöht. Ein geringes spezifisches Gewicht braucht schwingungstechnisch nicht ungünstig zu sein, es bedingt sogar ein Fallen der Zug-Druck-Beanspruchungen bei gleichen Ausschlägen.

Um die ungünstigen Wirkungen der Schwingungen zu vermeiden, sind verschiedene Vorrichtungen entwickelt worden, die teils die Schwingungen dämpfen, teils bei bestehenbleibender Schwingung die Beanspruchung an der Klemme vermindern. Zur letzterwähnten Art gehört die Hofmannsche Blattfederbeilage[5]. Ähnlich wirken das Siemenssche Beiseil und der amor-rod-Dämpfer. Der

[3] O. Föppl, Grundzüge der technischen Schwingungslehre, 2. Aufl., Verlag Julius Springer, Berlin.

[4] H. M. Pape, Beanspruchung schwingender Drahtseile, Veröff. Wöhler-Inst., Braunschweig, H. 7. NEM-Verlag, Berlin.

[5] ETZ 1932, S. 1181.

Digitized by Google

Schwinghebeldämpfer des Lautawerks (Abb. 9) ist dagegen zu dem Zweck gebaut, dem Seil die Schwingungsenergie durch Schlagarbeit zu entziehen[6]. Der Dämpfer

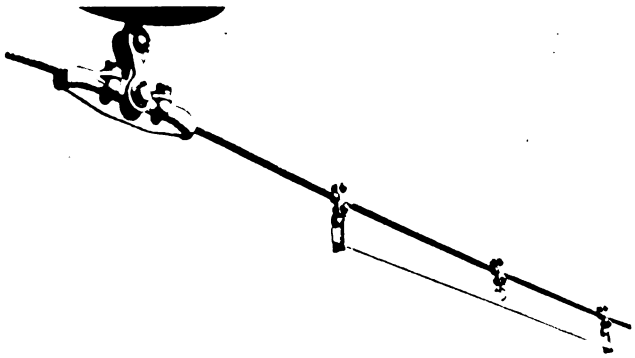


Abb. 9. Der Schwinghebeldämpfer.

arbeitet bei allen Frequenzbereichen im Gegensatz zu den meisten anderen, und dadurch, daß er gerade nur die zum Dämpfen nötigen geringen Energiemengen aufbringt, verhütet man, daß sich lediglich eine Verlagerung des Schwingungszustandes ergibt. Infolge des langen und leicht beweglich gelagerten Hebels ist immer irgendeine größere Relativbewegung zwischen ihm und den Anschlagschellen vorhanden, so daß er alle vorkommenden Schwingungen praktisch vollkommen dämpft. Er arbeitet bereits beim Entstehen der Schwingungen und verhindert dadurch ihr Aufkommen überhaupt. Der Hebel beruhigt, wenn er richtig bemessen ist, das Seil über seine ganze Länge. Abb. 10 zeigt das Schwingungsdiagramm eines ungeschützten und eines mit Hebeln geschützten Seiles. Man sieht, daß die Ausschläge des geschützten Seiles praktisch Null geworden sind.

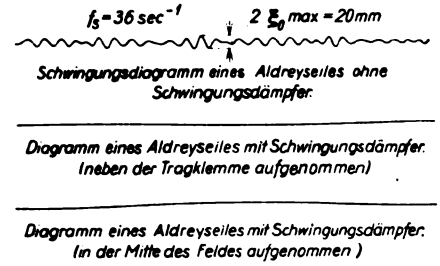


Abb. 10. Schwingungsdiagramme mit und ohne Schwinghebeldämpfer.

[6] Z. VDI Bd. 77, S. 52 (1933).

Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von **A. Čapek**, Antwerpen.

(*Fortsetzung von Seite 576.*)

3. Verwendbare Umschalterarten in VMF-Ämtern.

Für den VMF-Verkehr können ohne weiteres alle bekannten Schranktypen verwendet werden, und es ist nur notwendig, die einzelnen Schaltungen der gewählten Bauart anzupassen. Es können demnach in Betracht kommen:

a) Fernschränke, die mit Fernleitungs-Vielfachklinken und Verbindungs-Doppelschnüren ausgerüstet sind; solche Schränke werden bis jetzt fast ausnahmslos in Amerika für den VMF-Verkehr verwendet. In diesem Falle werden die Meldeleitungen an den VMF-Plätzen ebenfalls mit Vielfachklinken und den zugeordneten Vielfach-Anruflampen ausgerüstet; für die Fernleitungen wird die sonst übliche oder eine verbesserte Art von Besetztlampen vorgesehen, welche die zu benutzende freie Fernleitung aus einer Gruppe selbsttätig angeben. Die Verwendung von Wählern für Schaltzwecke erübrigt sich in diesem Falle.

a 1) Fernschränke, die ebenfalls mit Fernleitungs-Vielfachklinken und gegebenenfalls auch mit Besetzt-Schauzeichen ausgerüstet sind, die aber anstatt der Doppelschnüre nur Einzelschnüre erhalten. In diesem Falle muß der Teilnehmeranruf mit Hilfe von Wählern auf eine freie Verbindungschnur auflaufen; eine ähnliche Anordnung wird gegebenenfalls auch für den ankommenden Fernverkehr getroffen. Diese Schrankart ist nur bei reichlicherer Benutzung von Wählern für den VMF-Verkehr verwendbar; ein VMF-Amt dieser Type ist aber bis jetzt — soweit bekannt — nicht gebaut worden.

a 2) Fernschränke mit sehr kleinem Vielfachfeld in flacher Form und doppelseitiger Ausführung (sog. Brüsseler Type). In solchen niedrigen Schränken ist zwar Raum für ein kleines Vielfachfeld von Meldeklinken und Lampen vorhanden, aber nicht für ein Vielfachfeld der Fernleitungen. Die vom Teilnehmer verlangten Fernleitungen können also in einem solchen System mit Hilfe von Wählern oder über B-Schränke erreicht werden, und dadurch ergibt sich im ersteren Falle auch die umfangreichere Verwendung dieser Apparate.

a 3) Dieselbe Brüsseler Schranktype könnte mit Einzelschnüren statt mit Doppelschnurschaltungen ausgerüstet werden, ähnlich wie unter a 1) beschrieben: Solche VMF-Ämter sind aber ebenfalls noch nicht gebaut worden.

b) Schnurlose Ferntische — doppelseitig gebaut, ähnlich wie die Brüsseler Type — werden in Europa in den letzten Jahren für große Fernämter oft bevorzugt. Sofern sie für ein VMF-Amt verwendet werden, müssen die einzelnen Teilnehmeranrufe mit Hilfe von Wählern auf freie VMF-Verbindungsätze auflaufen. Dasselbe gilt auch für die Verteilung der ankommenden Fernanrufe an die freien Verbindungsätze der Ankunftsbeamtinnen, soweit nicht von einer Wiederholung der Anruflampen Gebrauch gemacht wird. Für die Anschaltung an die verlangte Fernleitung stehen natürlich — außer den Schlüsseln des Verbindungsatzes — nur Wähler zur Verfügung, und deren Verwendung ist demzufolge umfangreicher als bei den vorhergehenden Schrankarten.

4. Benutzung der Melde- bzw. Fernvermittlungsleitungen für den abgehenden VMF-Verkehr.

Der rufende Teilnehmer erreicht die VMF-Beamtin über die Meldeleitung, und es ist daher wünschenswert, daß er auch gleich über dieselbe Leitung sein Ferngespräch abwickeln kann, ohne vorher seinen Hörer — wenn auch nur für einen Augenblick — aufhängen zu müssen („non-hang-up"-Verfahren). Es liegt aber im Charakter des Fernbetriebes, daß dieses ideale Verfahren niemals zur ausschließlichen Verwendung kommen kann, und ein Teil des Verkehrs — besonders die schwierigen Verbindungen — muß deshalb auch in Zukunft mit Wartezeit abgewickelt werden. Bei solchen Verbindungen muß demnach der rufende Teilnehmer auch im VMF-Verkehr nach seiner Verabschiedung in der üblichen Weise über eine freie Fernvermittlungsleitung von neuem herangeholt werden („hang-up"-Verfahren).

In alten SA-Netzen müssen sogar oft alle rufenden Teilnehmer in dieser Weise vorerst verabschiedet werden, und der Grund liegt gewöhnlich in den Schaltungen einiger alten SA-Ortsämter, in denen die wartezeitlosen Verbindungen nicht über die Meldeleitungen abgewickelt werden können (C 4 und C 8). Auch die Dämpfung der Meldeleitungen spielt dabei manchmal eine Rolle.

Sofern noch Handämter in Frage kommen, liegen die Verhältnisse in dieser Hinsicht in der Regel bedeutend

Digitized by Google

günstiger, weil es verhältnismäßig leicht ist, einige Schnurpaare der bestehenden Ortsplätze in der Weise umzubauen, daß sie als ein Glied der Fernverbindung benutzbar sind. Die Meldeleitungen selbst können dabei mit Vorteil mit besonderen Speisebrücken ausgerüstet werden, die eine höhere Spannung verwenden als die normalen Ortschnurpaare.

5. Beschreibung des VMF-Betriebes.

a) Der abgehende Verkehr in einem VMF-Amte der amerikanischen oder europäischen Abart wikkelt sich folgendermaßen ab: Der Teilnehmer ruft das Fernamt durch das Ziehen einer besonderen Kennziffer an, sofern er an ein SA-Amt angeschlossen ist; in einem Handamt verbindet ihn die Ortsbeamtin in der üblichen Weise mit einer freien Meldeleitung. Der Anruf wird von einer freien VMF-Beamtin beantwortet. Es leuchten — je nach der verwendeten Schrankart — entweder Anruflampen, die über die ganze Gruppe der VMF-Schränke vielfach geschaltet sind, oder der Anruf wird mittels selbsttätiger Verteilung gleich auf einen Verbindungs-Schlüsselsatz oder an eine in Schnur endende Verbindungsleitung einer freien VMF-Beamtin angeschaltet (Abb. 1 auf S. 576).

In allen diesen Abarten nimmt die VMF-Beamtin den Anruf entgegen, füllt den Meldezettel aus und bemüht sich, die Verbindung sofort herzustellen, sofern es sich nicht um ein Gespräch handelt, welches an einem Ort-zu-Ort-Platz abgewickelt wird, und sofern die verlangte Fernleitung frei ist.

In den amerikanischen VMF-Ämtern braucht man in der Regel mit einem vorübergehenden Leitungsmangel nicht zu rechnen, in den europäischen Ämtern und bei mittelstark belasteten Fernleitungsnetzen kann es aber vorkommen, daß alle Leitungen in einer Verkehrsrichtung in der HVSt besetzt sind. Die betreffende VMF-Beamtin muß sich in diesem Falle daher zuerst durch Betrachten der gemeinsamen Lichtsignale vergewissern, ob das verlangte Leitungsbündel nicht wegen Überlastung an einen Ort-zu-Ort-Platz umgeschaltet wurde, bevor sie an die Herstellung der Verbindung herantreten kann. Der gerufene Teilnehmer im entfernten Amte wird dabei von der VMF-Beamtin in derselben Weise herangeholt, wie es in den bestehenden Fernämtern üblich ist, — nämlich durch das Anrufverfahren oder durch Fernwahl.

Bei dieser eben beschriebenen Betriebsweise kann der Teilnehmer mit dem Hörer am Ohr warten, und das Ferngespräch wird gleich über die Meldeleitung abgewickelt. In diesem Falle kann die VMF-Beamtin die aufgelaufene Gesprächsgebühr vom Zeitzähler ablesen und u. U. durch mehrmaliges Betätigen des Teilnehmerzählers dem rufenden Teilnehmer anrechnen. Diese Verrechnungsart ist nicht nur für den Nahverkehr, sondern auch für den Mittelweitverkehr anwendbar. Für den Weitverkehr, wo es sich um höhere Beträge handelt, empfiehlt sich aber die Beibehaltung der jetzt üblichen Gesprächszettelbuchung.

Wenn eine Vielfachzählung über die Meldeleitung technisch z. Z. nicht ausführbar ist, muß die Möglichkeit vorhanden sein, die angegebene Nummer des rufenden Teilnehmers prüfen zu können (siehe weiteres über „Nummernprüfen"); doch selbst unter diesen Umständen kann die Meldeleitung zur Herstellung der Fernverbindung mitverwendet werden. Wenn aber keiner von diesen Wegen vorläufig gangbar ist — z. B. wegen Schaltungschwierigkeiten in bestehenden SA-Ortsämtern —, muß der rufende Teilnehmer zuerst zum Einhängen aufgefordert und über eine Fernvermittlungsleitung sofort wieder herangeholt werden.

In den beiden letzteren Fällen geschieht die Verrechnung der Gebühren in der sonst üblichen Weise, d. h. mittels Gesprächszettels und mit Hilfe von Kalkulagraphen oder besonderen Zeitzählern, die für jeden Verbindungsatz bzw. Schnurpaar vorgesehen sind. Solche Zeitmesser können nun wieder entweder von der Beamtin oder selbsttätig in Gang gesetzt und abgestellt werden.

Die VMF-Beamtin kann natürlich nicht alle Anrufe in der hier beschriebenen Weise Zug um Zug herstellen, und es kommen Fälle vor, die besonders behandelt werden müssen. Davon seien hier kurz folgende erwähnt:

a 1) Es wird eine Verbindung verlangt, die nur an einem Ort-zu-Ort-Platz abgefertigt werden kann — z. B. über eine zwischenstaatliche oder lange Einzelleitung. In solchen Fällen leitet die VMF-Beamtin den ausgefüllten Gesprächszettel an den betreffenden Arbeitsplatz, wo die Verbindung nach dem üblichen Vorbereitungsverfahren hergestellt wird.

a 2) Die Verbindung kann z. B. in einem VMF-Amt der europäischen Abart nicht sofort hergestellt werden, weil die betreffenden Fernleitungen wegen vorübergehenden Verkehrsandranges an einen Ort-zu-Ort-Platz umgeschaltet wurden. Das Gesprächsblatt wird unter diesen Umständen ebenfalls weitergeschickt.

a 3) Alle Fernleitungen des verlangten Leitungsbündels sind besetzt, ohne daß sie regelrecht überlastet sind. Dieser Zustand kann, wie schon erwähnt, als Regel nur in Verbindung mit den europäischen Fernnetzen vorkommen. Wenn nun das betreffende Bündel aus wenigstens 4 ··· 5 Leitungen besteht, kann die VMF-Beamtin annehmen, daß eine davon innerhalb 1 min frei wird, und unter solchen Umständen kann sie den rufenden Teilnehmer mit dem Hörer am Ohr warten lassen (siehe B 2). Dabei empfiehlt es sich natürlich, durch ein Lampensignal den anderen Beamtinnen bekanntzugeben, daß die Leitung für eine Warteverbindung gebraucht wird (siehe A 6). Bei kleineren Bündeln muß die Beamtin dagegen den Teilnehmer verabschieden; sie kann dabei seine Leitung über die Meldeleitung weiter besetzt halten, gegebenenfalls bis zu 10 min.

Wenn aber die Meldeleitungen für die Abwicklung der Fernverbindungen nicht besonders eingerichtet sind, muß die Beamtin den rufenden Teilnehmer verabschieden, um ihn später heranzuholen, sobald eine von den betreffenden Leitungen frei wird. Dies gilt natürlich nur so lange, bis das betreffende Bündel wegen Verkehrsandrangs an einen Ort-zu-Ort-Platz verlegt wird.

a 4) Der verlangte Teilnehmer ist belegt oder antwortet nicht; die VMF-Beamtin teilt dies dem rufenden Teilnehmer mit, hält aber wieder seine Leitung besetzt. Der Versuch wird nach etwa 3 ··· 5 min wiederholt, sofern der Teilnehmer nicht auf sein Gespräch verzichtet.

a 5) Der Teilnehmer verlangt ein Ferngespräch mit einer bestimmten Person. Diese zuschlagspflichtige Verbindung wird in derselben Weise ausgeführt, wie wenn nur eine bestimmte Teilnehmerleitung verlangt worden wäre. Wenn nun die verlangte Person nicht zugegen ist, wird dies wieder dem rufenden Teilnehmer mitgeteilt und der Versuch später nach Wunsch wiederholt. Die rufende Teilnehmerleitung wird aber vorläufig ebenfalls besetzt gehalten.

a 6) Die Gesprächszettel für Verbindungen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt herzustellen sind, werden von der VMF-Beamtin selbst bereitgehalten, wenn sie nicht an einen Ort-zu-Ort-Platz geschickt werden müssen. Der Anruf wird in diesem Falle später im richtigen Augenblick nach dem üblichen Warteverfahren, d. i. über eine Fernvermittlungsleitung, erledigt.

a 7) Der rufende Teilnehmer kennt nur den Namen, aber nicht die Nummer des Teilnehmers, mit dem er sprechen will. In diesem Falle fragt die VMF-Beamtin bei der Leitstelle an — wobei aber der Teilnehmer wartet — und führt die Verbindung in der üblichen Weise aus, sobald sie die nötige Auskunft eingeholt hat.

a 8) Die VMF-Beamtin versucht auch solche weitergehenden Verbindungen sofort herzustellen (siehe A 2 a), für welche nur die Zusammenkopplung von zwei nicht überlasteten Fernleitungen genügt. Falls dies nicht rechtzeitig glückt, muß der Teilnehmer zuerst verabschiedet und später wieder herangeholt werden, sobald die Durchgangsverbindung hergestellt ist, u. zw. geschieht dies entweder von der VMF- oder gegebenenfalls auch von der betreffenden Ort-zu-Ort-Beamtin. Bei Durchgangsverbindungen, die aus mehr als zwei Fernleitungen zusammengestellt werden müssen, wird der Teilnehmer nach der Ausfüllung des Gesprächszettels in der Regel verabschiedet.

a 9) In allen diesen Fällen kann es vorkommen, daß die Herstellung der verlangten Verbindung trotz mehrmaliger Wiederholung des Versuches aus irgendwelchem Grunde nicht glückt. Unter diesen Umständen gibt die VMF-Beamtin (bzw. die Wartebeamtin in dem amerikanischen VMF-Amt) an das entfernte Fernamt den Auftrag, die verlangte Verbindung in der umgekehrten Richtung auszuführen, sobald die betreffende Stelle oder Person erreicht werden kann. Dabei gibt sie gleichzeitig ihre eigene Platznummer an. Im entfernten Amte wird in diesem Falle ein Gesprächszettel ausgefüllt und an eine VMF-Beamtin weitergeschickt. Sobald nun diese Beamtin den verlangten Teilnehmer erreicht hat, stellt sie die Verbindung mit der VMF-Beamtin am abgehenden Ende her, und zwar mit Hilfe einer Ankunftsbeamtin des Ursprungsfernamtes. Diese letztere Stelle nimmt den Auftrag entgegen und schaltet den Anruf an die bezeichnete VMF-

Digitized by Google

Beamtin um, an deren Platz noch der erste Gesprächszettel liegt. Diese VMF-Beamtin kann nun von ihrer Seite aus denjenigen Teilnehmer anrufen, welcher die Verbindung verlangt hat, und sie kann auch nachher die aufgelaufenen Gesprächskosten richtig verrechnen.

a 10) In der amerikanischen Abart der VMF-Ämter wird ein Teil der schwer herstellbaren Verbindungen an die sog. Warteplätze (delay) weitergegeben. Wie schon erwähnt, ist es in V. S. Amerika nicht nötig, Gesprächszettel an solche Beamtinnen wegen vorübergehend besetzter Fernleitungen zu leiten, weil die verfügbaren Fernleitungsnetze nur leicht belastet sind. Dagegen ist aber die Anzahl der schwer herstellbaren Verbindungen in solchen Ämtern wegen der großen Zahl der Gespräche mit einer bestimmten Person verhältnismäßig sehr hoch und die Verwendung von solchen Plätzen begründet.

Die Wartebeamtinnen stellen sonst die abgehenden Warteverbindungen in derselben Weise her, wie es die VMF-Beamtinnen für ähnliche Verbindungen machen, d. i. über die Fernvermittlungsleitungen. Von beiden Platzarten sind auch — wie schon früher erwähnt — dieselben Fernleitungen zugänglich (Abb. 1).

a 11) Dringende oder Blitzgespräche fallen natürlich im wartezeitlosen Verkehr aus und haben in VMF-Ämtern in der Regel nur in solchen Fällen praktischen Wert, wo es sich um überlastete lange Einzel-Fernleitungen und schwierige Durchgangsverbindungen handelt (siehe auch weiter unter C 7).

a 12) Als ein letzter Sonderfall kann schließlich auch die Nummernprüfung betrachtet werden, weil sie vorübergehend benötigt wird, und zwar für jene Fälle, wo der rufende Teilnehmer den Hörer am Ohr behalten kann, wo aber die Meldeleitungen in den bestehenden alten SA-Ortsämtern nicht für Mehrfachzählung eingerichtet sind (s. C 4).

Es ist zwar richtig, daß man gegebenenfalls auch aus Ersparnisrücksichten von einer solchen Kontrolle Abstand nehmen kann, weil auch im Sofortverkehr ein bedeutender Teil des Verkehrs nicht wartezeitlos über die Meldeleitungen abgewickelt wird, und zwar wegen Besetztseins oder Abwesenheit des gerufenen Teilnehmers und manchmal auch wegen vorübergehenden Leitungsmangels. Unter solchen Betriebsverhältnissen hüten sich aber die Teilnehmer, eine falsche Nummer absichtlich anzusagen, um auf diese Weise die entfallenden Gebühren auf andere zu überwälzen, weil sie sonst Gefahr laufen, daß sie ihre Verbindung überhaupt nicht bekommen.

Mit Rücksicht auf diese Umstände kann man deshalb gegebenenfalls auf die Nummerprüfung überhaupt verzichten, besonders wenn es sich nur um den Kleinfernverkehr handelt. Wenn dies aber aus irgendwelchen Gründen nicht zweckmäßig erscheint, so müssen besondere Einrichtungen vorgesehen werden, die eine Kontrolle der angegebenen Nummer ermöglichen.

Je nach den verschiedenen Typen von Ortsämtern kommen nun folgende Lösungen in Betracht:

a 12 I) Nummerprüfung in SA-Ämtern mit Hand-Fernvermittlungsplätzen: In diesem Falle können die Fernvermittlungsplätze mit Vorteil zur Nummernkontrolle mitverwendet werden; die Prüfung der angesagten Nummer kann dabei entweder von dieser Beamtin allein — d. h. ohne Aufforderung seitens der VMF-Beamtin — oder durch Zusammenarbeit beider Beamtinnen erfolgen.

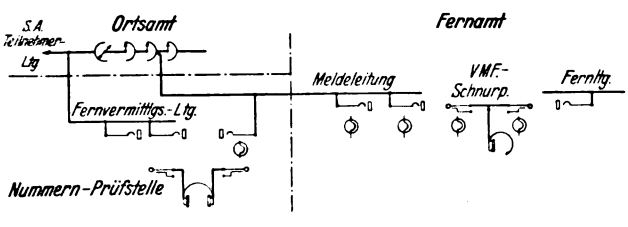


Abb. 2. Nummernprüfen durch Prüfstelle allein.

In dem ersten Falle muß der Arbeitsplatz der Nummerprüfbeamtin mit einer Anruflampe und Klinke für jede Meldeleitung ausgerüstet werden, damit jeder Anruf zum VMF-Amt auch hier erscheint (Abb. 2). Die Nummerprüfbeamtin schaltet sich möglichst bei jedem Anruf ein — und zwar durch Stöpseln der zugehörigen Meldeleitungsklinke —, hört die vom Teilnehmer angegebene Nummer und verbindet sich gleich über eine andere Schnur mit der betreffenden Teilnehmerleitung im eigenen Vielfachfeld. Sie kann dabei durch gleichzeitiges Mithören auf der Melde- sowie Teilnehmerleitung feststellen, ob es sich um denselben Auftrag handelt oder nicht, und zu diesem Zwecke erhält sie für jedes Ohr einen gesonderten Kopfhörer.

Sie kann aber auch beim Stöpseln der Meldeleitung einen besonderen Summerton an diese Leitung legen und dann prüfen, ob sie dieses Zeichen in der angegebenen Teilnehmerleitung hören kann, und zwar entweder durch Prüfen auf Besetztsein oder durch Einführen des Stöpsels. Wenn die Nummernprüfung aber negativ ausfällt, muß sie in die Meldeleitung eintreten und den rufenden Teilnehmer oder die VMF-Beamtin benachrichtigen. Falls der Teilnehmer an einen Nebenstellenschrank mit mehreren Amtsleitungen angeschlossen ist, hat die Nummerprüfbeamtin eine solche Leitung nach der andern zu prüfen, bis sie die richtige Vielfachklinke herausgefunden hat.

Die Nummernkontrolle, die durch die Fernvermittlungsbeamtin ausgeführt wird, hat den Vorteil, daß sie die VMF-Beamtin nicht belastet. Als Nachteil wird jedoch empfunden, daß dabei die Fehler der VMF-Beamtin nicht berichtigt werden können und daß auch unnötigerweise solche Verbindungen geprüft werden, die gar nicht wartezeitlos zur Ausführung kommen.

Die Nummerkontrolle, bei welcher nun sowohl die VMF-Beamtin als auch die Nummerprüfbeamtin mitwirkt, belastet zwar die VMF-Beamtin, doch brauchen in diesem Falle nur jene Verbindungen nachgeprüft werden, die sofort zustande kommen, und außerdem können rechtzeitig Fehler der VMF-Beamtin richtiggestellt werden (Abb. 3). Besondere Meldeleitungsklinken und Lampen am Nummerprüfplatz sind für diese Arbeitsweise nicht nötig.

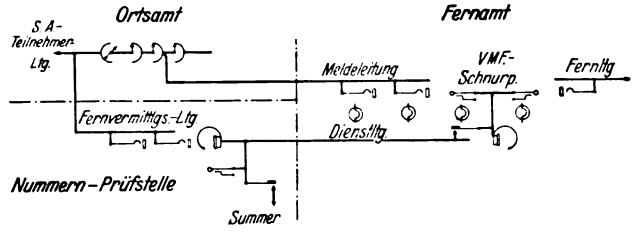


Abb. 3. Nummernprüfen durch Fernbeamtin unter Mithilfe der Prüfstelle.

Die VMF-Beamtin fordert bei diesem Verfahren die Nummerprüfbeamtin über eine Dienstleitung zum Prüfen auf und benutzt dazu mit Vorteil den freien Zeitraum zwischen dem Anruf und der Antwort des verlangten Teilnehmers. Die Prüfung geschieht wieder in der Weise, daß ein besonderer Summerton von der Nummerprüfstelle an die angesagte Teilnehmer-Vielfachklinke angelegt wird. Diesen Ton muß die VMF-Beamtin über die Anmeldeleitung hören, falls die angegebene Nummer richtig war. Der Summerton kann aber auch von der VMF-Beamtin an die Meldeleitung angelegt und von der Nummerprüfbeamtin abgehört werden. Wenn der rufende Teilnehmer Zugang zu mehreren Amtsleitungen hat, muß die Nummerprüfbeamtin ebenfalls eine Vielfachklinke nach der andern prüfen, bis sie die richtige findet, ebenso wie bei dem vorher beschriebenen Prüfverfahren.

a 12 II) Die Nummernkontrolle in SA-Ämtern mit selbsttätigen Fernvermittlungsleitungen kann von der VMF-Beamtin, und zwar von einer Stelle im Ortsamt ausgeführt werden, die wieder der Fernvermittlungsbeamtin entspricht. Diese Kontrolle kann aber auch durch diese Stelle und gemeinsam mit der VMF-Beamtin oder schließlich von der VMF-Beamtin allein ausgeführt werden. Es kommen demnach folgende Nachprüfungsverfahren in Betracht:

Die Nummernkontrolle von einer besonderen Nummerprüfstelle im SA-Ortsamt. In diesem Falle erhält ein solcher Platz wieder Anruflampen und Abfrageklinken für jede Meldeleitung, ebenso wie bei a 12 I, und die Prüfbeamtin schaltet sich bei jedem Anruf ein, nimmt die angesagte Nummer des Anmelders entgegen und versucht dann, in die angegebene Leitung einzutreten. Zu diesem Zwecke kann sogar eine Teilnehmerleitung verwendet werden (Abb. 4), und dies ist wohl die billigste und einfachste Anordnung. Die rufende Teilnehmerleitung wird dabei aber im besten Falle nur besetzt gefunden, ohne daß die Prüfstelle mit Sicherheit

Digitized by Google

feststellen kann, ob die richtige Nummer angegeben wurde. Das Verfahren schlägt auch bei Fernanrufen von Nebenstellenschränken fehl und hat daher nur ein begrenztes Anwendungsfeld.

Um eine vollständige Nummerprüfung vom Nummerprüfplatz aus zu ermöglichen, wäre es nun notwendig, die selbsttätigen Fernvermittlungsleitungen entsprechend auszurüsten. Da aber eine solche Kontrolle von der VMF-Beamtin ohne Mithilfe einer Zwischenstelle ausgeführt werden kann, hat die erwähnte Anordnung nur ein theoretisches Interesse und es entfällt aus demselben Grunde auch diejenige Lösung, in welcher die Nummerprüfung durch Zusammenarbeit der VMF- und der Ortsbeamtin über selbsttätige Prüfleitungen bewirkt wird.

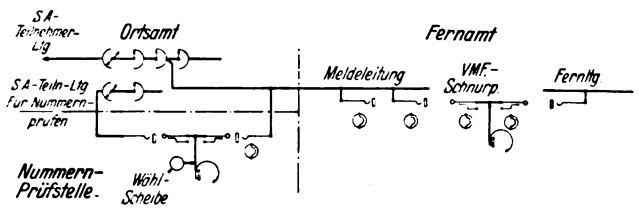


Abb. 4. Nummernprüfen über eine Prüfstellen-Teilnehmerleitung.

Nummerprüfung durch die VMF-Beamtin geschieht über besondere selbsttätige Nummerprüfleitungen am besten durch Abtasten eines Summertons, der an die Meldeleitung angelegt wird (Abb. 5). Die Nummerprüfung bedeutet eine zusätzliche Belastung der Beamtinnen, und es wird daher aus wirtschaftlichen Gründen oft nur ein Teil der angesagten Nummern geprüft.

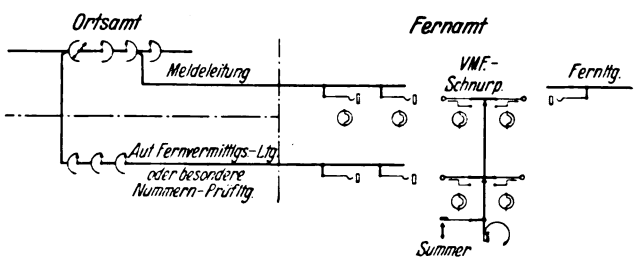


Abb. 5. Nummernprüfen über selbsttätige Prüfleitungen.

Nach diesen Erklärungen über die besonderen Fälle im Abgangsverkehr soll nun auf die Beschreibung des ankommenden und des durchgehenden Verkehrs übergegangen werden.

b) Der ankommende Verkehr im VMF-Amte wickelt sich teilweise über besondere einseitig betriebene Fernleitungen (Abb. 1) und teilweise über wechselseitige Leitungen ab, die auch den VMF-Beamtinnen zur Verfügung stehen. Auch die Ankunftsbeamtinnen bilden eine Gruppe, und jede freie Beamtin kann demnach einen ankommenden Fernanruf beantworten, sofern die betreffenden Leitungen in Vielfachklinken und Lampen enden. In Ämtern ohne Vielfachfeld werden die Anrufe natürlich durch selbsttätige Verteilung an die freien Ankunftsplätze verteilt.

Die Ankunftsbeamtin stellt die Verbindung in der üblichen Weise über eine freie Fernvermittlungsleitung her. Wenn der verlangte Teilnehmer besetzt ist oder wenn er nicht antwortet, meldet sie dies der VMF-Beamtin im ersten Amte, und der Versuch wird später wiederholt. Nur in besonders schwierigen Fällen füllt die Ankunftsbeamtin einen Gesprächszettel aus und schickt ihn an die VMF-Plätze. Die Verbindung wird in diesem Falle in der umgekehrten Richtung hergestellt (s. a 9).

Die Arbeit der Ankunftsbeamtin in VMF-Ämtern ist im allgemeinen viel einfacher als in alten Ämtern mit gesondertem MF-Verkehr, weil jede Art von Vorbereitung entfällt. Da diese Beamtinnen außerdem in größeren Gruppen arbeiten, können ihre Plätze in der HVSt bis mit 250 ··· 300 Anrufen im Endverkehr belastet werden.

c) Die durchgehenden Verbindungen werden in der Regel gleich von der Ankunftsbeamtin hergestellt, und zwar je nach der Ausrüstung des Fernamtes durch Stöpselung im Vielfachfeld, mit Hilfe eines Relaiszahlengebers und -wählers, oder über einen besonderen Durchgangs- bzw. Schnurverstärkerplatz. Nur dann, wenn es sich um eine sehr lange Fernleitung handelt, wird die Herstellung der Durchgangsverbindung gegebenenfalls an den betreffenden Ort-zu-Ort-Platz überwiesen.

d) Der Betrieb an den Ort-zu-Ort-Plätzen wickelt sich in derselben Weise ab, d. i. mit Wartezeit, wie an den Fernplätzen der alten Ämter mit gesondertem MF-Verkehr. Von den VMF- und gegebenenfalls auch von den Ankunftsplätzen werden die Meldezettel hierher geleitet und im üblichen Vorbereitungsverfahren erledigt.

Anmerkung: In der Abb. 1 sind Klinken und Stöpselschnüre zur Veranschaulichung der Anordnung eines VMF-Amtes benutzt worden, weil auf diese Weise die gesamte Organisation des Betriebes klar hervortritt. Es ist aber selbstverständlich, daß statt dieser Apparate auch Wähler und Sucher bzw. Verbindungschlüsselsätze verwendet werden können, wie es für schnurlose Fernschränke üblich ist.

6. Umschaltung der Fernleitungen während der HVSt in VMF-Ämtern europäischer Abart.

In solchen Fernämtern muß, wie schon erwähnt, ein Teil der Fernleitungen von den VMF- zu den Ort-zu-Ort-Plätzen umgeschaltet werden, sobald der Verkehr nicht mehr wartezeitlos abgewickelt werden kann. Dies wird je nach Bedarf für jedes Fernleitungsbündel getrennt gemacht, und die Umschaltung selbst geschieht mit Vorteil durch Betätigung eines Schlüssels, womit das ganze Bündel gleichzeitig und ohne Unterbrechung der Gespräche umgeschaltet wird.

Damit nun die VMF- und die Ankunftsbeamtin jederzeit leicht erfahren können, ob die verlangte Fernleitung von ihnen benutzt werden kann oder nicht, müssen in größeren Ämtern dieser Art für jedes Leitungsbündel besondere und gemeinsame Lichtsignale vorgesehen werden, die von den Beamtinnen leicht übersehen werden können (s. a. A 5). U. U. empfiehlt es sich, auch noch andere Signallampen für jede Verkehrsrichtung vorzusehen, z. B. für Fälle wie: „das ganze Bündel besetzt“ oder „eine weitere Verbindung an dem besetzten Bündel vorbereitet“.

Beim Veranschlagen von solchen Einrichtungen ist zu beachten, daß sich die Anzahl der Fernverkehrsbeziehungen in größeren Fernämtern zwischen 50 und 150 bewegt, daß aber in einem VMF-Amte nur ein Teil davon in der eben angeführten Weise behandelt zu werden braucht, weil der Verkehr über die kurzen Linienzüge wartezeitlos abgewickelt wird. *(Fortsetzung folgt.)*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.

Nr. 332.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist dem Elektrizitätswerk der Aktiengesellschaft Magdeburger Versorgungsbetriebe in Magdeburg die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 22 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 200 A	300 V	im Amt
	„ 3000 A	750 V	am Betriebsort
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 1000 A	15 000 V	im Amt
	„ 1200 A	10 000 V	am Betriebsort.

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 15. 3. 1933, Reichsministerialblatt Nr. 10, 1933.)

Berlin-Charlottenburg, den 31. März 1933.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Die Verlegung von 800 km bandarmierten Fernsprechkabeln mit einem Pflug. — Die Verlegung armierter Kabel mittels eines Pfluges hat gegenüber der von Luftkabeln und Röhrenkabeln folgende Vorteile: Die Grundabgaben sind viel niedriger als bei Luftkabeln, weil der Acker über den Kabeln benutzt werden kann. Die durch parallel laufende Starkstromkabel induzierten Spannungen sind geringer als bei unarmierten Luft- oder Röhrenkabeln wegen der Schirmwirkung der Armierung. Die Kabel können mit einem Pflug so verlegt werden, wie es die Bodenbeschaffenheit erfordert; in scharfen Biegungen können Hindernisse umgangen werden, während Röhrenkabel wegen der Schwierigkeit des Einziehens nur in großen flachen Kurven verlegt werden und auch in gewissen Abständen Kabelbrunnen erforderlich sind. Es muß allerdings zugegeben werden, daß bei Erdkabeln Reparaturen im Kabel schwieriger und teurer sind als bei Luft- und Röhrenkabeln, doch sind die Erdkabel anderseits auch weniger Beschädigungen ausgesetzt als diese.

Zur Verlegung des kleineren Teiles derartiger Kabelstrecken in den V. S. Amerika wurde ein Radbagger benutzt, auf dem größeren Teile ein Maulwurfpflug, an den Stellen, an denen felsiger Boden direkt unter der Erdoberfläche lag, ein pneumatischer Bohrer. Besonders vorteilhaft war die Benutzung des Maulwurfpfluges, der gleichzeitig ein Rohr im Erdreich formt, das Kabel hineinzieht und den Schlitz ausfüllt.

Das Kabel läuft durch ein Rohr in den Boden, in welchem durch einen Ansatz des „Schwertes" durch Zusammendrücken der Erde ein unterirdisches Rohr geformt wird. Das Schwert besteht aus einer Stahlplatte mit scharfer Kante. Der Pflug hat ein Chassis mit einem Mittelteil, das in der Erde gehoben oder gesenkt werden kann, so daß das Kabel in verschiedenen Tiefen verlegbar ist, bis zu 71 cm. Durch den Maulwurfpflug wird also kein eigentlicher Graben ausgehoben, sondern nur ein Schlitz in den Boden geschnitten und ein unterirdisches Rohr geformt, die nach dem Verlegen des Kabels durch einen sogenannten „Füller" wieder geschlossen werden.

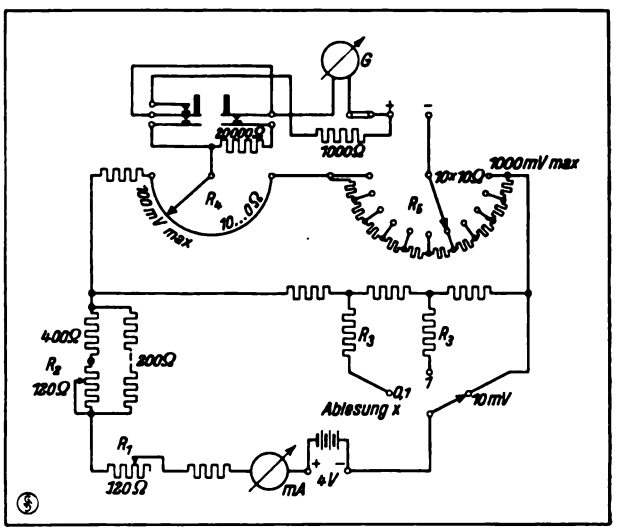
Statt der teuren Zementschächte wurden für die Unterbringung der Muffen hölzerne Kästen aus 2 Zoll starken Brettern verwendet. Der Bleimantel und die im Holzkasten liegende Muffe wurden durch Ausgießen des Kastens mit Asphalt und 3 Lagen Asphaltband geschützt. Die Holzkästen sind nur ⅓ so teuer wie die Zementschächte. Ihre Abmessungen betragen 3,66 · 1,22 · 0,92 m, und ihre Oberkante liegt 45 cm unter Erdoberfläche, so daß über dem Kasten geackert werden kann.

Zur Fortbewegung des Pfluges, des Kabelwagens und des Füllers waren zeitweise 2 oder sogar 3 als Raupenschlepper ausgebildete Traktoren erforderlich.

Nach der Verlegung wurden an der Kabelstrecke Richtungs- und Warnungszeichen aufgestellt, besonders dort, wo Erdarbeiten später wahrscheinlich vorzunehmen sind, wie bei Straßenkreuzungen. (C. W. Nystrom, Electr. Engng. Bd. 51, S. 168.) *G. A. F.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Der technische Kompensator. — Für die betriebsmäßige Nachprüfung von Thermoelementen sowie der zugehörigen Instrumente entwickelten Siemens & Halske einen technischen Kompensator, der sich durch einfache Bedienung, hohe Genauigkeit der Messung sowie seine Bauart als kleiner Koffer auszeichnet. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Anwendung des Kompensationsverfahrens ist die Konstanz des Stroms im Spannungsteiler, an dem die Vergleichspannung abgegriffen wird. Beim Siemens-Kompensator vermied man die Verwendung eines sonst für diese Zwecke gebräuchlichen Normal-Elementes und benutzt eine einfache Taschenlampenbatterie, deren Stromabgabe sich mittels zweier Regelwiderstände genau einstellen und an einem sehr genauen Milliamperemeter ablesen läßt. Das Milliamperemeter besitzt einen um 50 % unterdrückten Meßbereich und ist an dem wichtigsten Skalenpunkt besonders genau justiert. Die Vergleichspannung wird mittels zweier Regelwiderstände eingestellt, von denen der Grobregler in 10 Stufen eingeteilt ist, während der Feinregler stetig veränderlich ist. Mit Hilfe zweier Nebenwiderstände (Abb. 1) lassen sich verschiedene Meßbereiche einstellen (0 ··· 22, 0 ··· 110 und 0 ··· 1100 mV), u. zw. geschieht das mit einem Drehknopf, auf dem entsprechende Multiplikatoren aufgezeichnet sind. Dieser Umschalter ist mit den Drehknöpfen der Regelwiderstände so zusammengebaut, daß das Ablesen der Vergleichspannung rein mechanisch vor sich geht. Um zu starke Ausschläge des Galvanometers zu vermeiden, wird es bei einer Prüfung zunächst mit einem durch seine



R_1, R_2	Vorwiderstände zur Grob- und Feinregelung des Hilfsstroms	R_4, R_5	Kompensationswiderstände
R_3	Widerstände zur Einstellung der Meßbereiche	mA	Strommesser für den Hilfstrom
		G	Nullgalvanometer

Abb. 1. Schaltung des technischen Kompensators.

Markierung als „grob" bezeichneten Knopf eingeschaltet, wobei gleichzeitig ein Vor- und ein Nebenwiderstand in den Stromkreis gelegt werden. Erst bei Benutzung des „Fein"-Knopfes wird das Instrument direkt eingeschaltet. Mittels zweier Knöpfe kann man das Nullgalvanometer arretieren und die Stromquelle abschalten. Beim Schließen des Deckels werden diese Knöpfe durch entsprechende im Deckel angebrachte Bolzen selbsttätig niedergedrückt.

Abb. 2. Technischer Kompensator mit Zusatz für Instrumenteneichung.

Von den Anschlußklemmen dient ein Paar zum Anschluß eines Spiegelgalvanometers; dies ist besonders vorteilhaft bei Messungen vor einem größeren Beobachterkreis. Um an Stelle der Taschenlampenbatterie, die bei dem geringen Stromverbrauch auch schon lange ausreicht, eine Stromquelle größerer Kapazität benutzen zu können, ist ein weiteres Klemmenpaar zum Anschluß eines 4 V - Ak-

Digitized by Google

kumulators vorhanden. Der Kompensator läßt eine Genauigkeit in der Einstellung bis etwa 0,3 % vom Sollwert innerhalb des Meßbereiches von 10 bis 100 % zu, so daß er für die betriebsmäßig erforderlichen Eichungen vollständig ausreicht. Zur Instrumentenprüfung dient ein Zusatzgerät (Abb. 2), das neben einer Taschenlampenbatterie einen Spannungsteiler mit Grob- und Feinstufe enthält. Eine Instrumentenprüfung geht so vor sich, daß man das Instrument mit Hilfe des Spannungteilers auf einen bestimmten Ausschlag bringt und mittels des Kompensators feststellt, ob diesem Ausschlag die richtige Klemmenspannung entspricht. *Jkl.*

Beleuchtung.

Ultraviolett-Lichtquellen für Allgemeinbeleuchtung. — Die Entwicklung der Geräte für „Zweizweckbeleuchtung“[1] sowie die Entwicklung der Ultraviolettleuchten in der Beleuchtungstechnik hat in Amerika im letzten Jahre große Fortschritte gemacht. Als Lichtquellen sind die „S 1“-Lampe mit 400 W und die „S 2“-Lampe mit 130 W Leistungsaufnahme allgemein eingeführt. Es handelt sich in beiden Fällen um Lampen, die eine Glühlampenwendel enthalten und in denen sich parallel zur Wendel ein Quecksilberbogen ausbildet. (Die Osram-Solarca-Lampe ist von gleichem Typ. D. Ber.) Von der größten Bedeutung ist die Dosierung des UV. in der Gesamtstrahlung einer Anlage, die für Allgemeinbeleuchtungszwecke dient. Die UV.-Bestrahlungsmenge soll mindestens $^1/_{10}$ derjenigen sein, die zur Hervorbringung eines gerade sichtbaren Erythems erforderlich ist. Angestrebt wird $^1/_4$ dieser als „Erythemschwelle“ bezeichneten Menge. Es muß betont werden, daß diese Dosen nicht für therapeutische Zwecke, sondern lediglich für biologische Langbestrahlungen gelten. Solche Bestrahlungen mit UV. sind besonders für den Großstädter, der das natürliche Sonnenlicht nur an wenigen Tagen des Jahres genießen kann, während seiner eigentlichen Tätigkeit, also auch ohne jeden Zeitverlust, vom Standpunkt der Forderung der allgemeinen Gesundheitspflege dringend erforderlich. Dies geschieht am besten durch Kombinierung mit der gewöhnlichen Beleuchtung unter Berücksichtigung der genannten Dosen, mit denen während der normalen Arbeitszeit von 8 oder 10 h keine Sonnenbräunung erzielt werden kann, die aber zur Hervorbringung biologischer Wirkungen (Verringerung der Ermüdungserscheinungen, antirachitische Wirkung, Hebung des Allgemeinbefindens) vollkommen ausreichen. Die Erzeugung von Erythemen mit anschließender Hautbräunung ist zur Erzielung dieser Wirkungen nicht erforderlich, ja wegen der absorbierenden Wirkung der gebräunten Haut nicht einmal erwünscht.

Es werden drei verschiedene Arten von Installationen verwandt: ausschließliche Verwendung von UV.-Lichtquellen, die gleichzeitig auch als Lichtquellen für sichtbares Licht dienen; UV.-Lichtquellen als Ergänzung zu bestehenden Beleuchtungsanlagen; Beleuchtungskörper, die eine Anzahl normaler Lampen sowie eine UV.-Lichtquelle enthalten. Die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgebiete für diese drei Systeme sind grundsätzlich verschieden. Das erste Verfahren gibt bei direkter Beleuchtung mit der kleineren „S 2“-Lampe bereits sehr hohe UV.-Intensitäten bei geeigneter Beleuchtungstärke, so daß nur verhältnismäßig kurze Bestrahlungszeiten möglich sind. Bei indirekter Beleuchtung kann mit der großen Lampe bei Verwendung geeigneter Anstriche, die UV. reflektieren, zwar eine sehr gute UV.- und Lichtverteilung erzielt werden, die Anlagen werden jedoch sehr teuer. Zusätzliche UV.-Strahler zu vorhandenen Leuchten müssen sich bezüglich ihrer Lichtwirkung natürlich gut in die vorhandene Anlage einpassen. Bei Verwendung der starken Lampe kann UV.-Bestrahlung u. U. nur während eines Teils des Arbeitstages in Tätigkeit gesetzt werden. Solche Anlagen sind vom Standpunkt des Aussehens und der zusätzlichen Installationskosten nicht sehr befriedigend. Am meisten verbreitet sind Leuchten, die z. B. 8 normale Lampen zu 150 W mit einer starken UV.-Lampe (für große Räume) oder 4 normale Lampen zu 150 V mit einer kleinen UV.-Lampe (für kleinere Räume) enthalten. Beide Lampenarten sind getrennt einschaltbar, so daß an hellen Tagen nur die UV.-Lampe in Tätigkeit gesetzt zu werden braucht.

Als Anwendungsgebiete für die Zweizweckbeleuchtung kommen in Betracht: Büros aller Art, Schulzimmer, Bücherei-Leseräume, Kirchen, Versammlungsräume und Hörsäle, Fabrik-, Arbeitssäle und Werkstätten, Badeanstalten, Friseur- und Schönheitssalons, Verkaufsräume usw. Mit der Einführung der schwachen UV.-Bestrahlung in die Allgemeinbeleuchtung ist ein ganz neues Gebiet für die Beleuchtungstechnik erschlossen worden. In den V. S. Amerika ist diese Zweizweckbeleuchtung in starker Entwicklung begriffen; man hofft, daß fast alle Beleuchtungsanlagen in angemessener Zeit auf gleichzeitige UV.-Strahlung eingerichtet sein werden. (A. B. Oday u. L. C. Porter, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 28, S. 121.) *F. Bn.*

[1] ETZ 1932, S. 655. Vgl. a. ETZ 1932, S. 486 u. 1228 sowie 1933, S. 17.

Bergbau und Hütte.

Einfluß der Grubenlokomotiven auf die Wetterführung. — Hinsichtlich des Einflusses auf die Wetterbeschaffenheit in der Grube verhalten sich die verschiedenen Arten der Grubenlokomotiven sehr verschieden. Durch die Druckluftlokomotiven werden die frischen Wettermengen vermehrt. Der Wetterstrom wird abgekühlt, es wird also eine wenn auch nicht sehr beträchtliche, so doch auf jeden Fall günstige Einwirkung ausgeübt. Von den elektrischen Lokomotiven erwärmen die Fahrdrahtwie die Akkumulatoren-Lokomotiven den Wetterstrom. Wenn auf einer Hauptfördersohle 6 elektrische 20 PS-Lokomotiven in einem Wetterstrome von 2700 m³/min = 162 000 m³/h in Betrieb sind, so können die Wetter bei gleichbleibendem Druck um 1,5 ° C erwärmt werden. Für eine warme Grube fällt dies um so mehr ins Gewicht, als sich die Tätigkeit der Lokomotiven größtenteils außerhalb der Zone des Ausgleichsmantels abspielt. Zu dieser Erwärmung kommt bei Akkumulatoren-Lokomotiven noch eine allerdings nicht beträchtliche Verschlechterung der Luft durch die Akkumulatorengase hinzu.

Bei dem gleichzeitigen Betriebe von 6 Benzollokomotiven zu je 15 PS und einer Wettermenge von 162 000 m³/h werden die Wetter um rund 12 ° C erwärmt. Bei Leerlauf kann mit höchstens der Hälfte des Brennstoffverbrauches wie bei Vollast gerechnet werden, so daß in diesem Falle die 6 Benzollokomotiven die Wetter um 6 ° C erwärmen würden. Zu der Erwärmung kommt die Verunreinigung der Wetter durch die Auspuffgase der Lokomotive hinzu. Hinsichtlich der Erwärmung der Wetter verhalten sich die Diesellokomotiven erheblich günstiger als die Benzollokomotiven, weil ihr Brennstoffverbrauch bei gleicher Leistung nur ein Viertel beträgt und auch die Wettererwärmung entsprechend geringer ist. (W. Schulz u. A. Kaiser, Glückauf Bd. 68, S. 522.) *Sgm.*

Auszug aus dem Jahresbericht 1931/32 des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen. — Aus dem letzten Jahresbericht des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen verdient eine Schienenstoßverbindung nach August Müller hervorgehoben zu werden, welche besondere Konstruktionsteile vermeidet und zur Stromleitung die zur bahntechnischen Herstellung der Schienenstöße ohnehin erforderlichen Laschen benutzt, auf deren Enden Kontaktstücke aus nichtrostendem Stahl aufgeschweißt sind. Als Gegenkontakte dienen gleichfalls Platten aus nichtrostenden Stahl, die durch Schweißung auf beiden Seiten des Schienenhalses befestigt werden. Der Hauptvorzug dieser Verbindung besteht darin, daß die Schweißarbeit übertage ausgeführt werden kann. Auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung hat der Verein der Frage der Blendung und der Lichtverteilung besondere Aufmerksamkeit gewidmet und dabei festgestellt, daß sich die Blendung am zweckmäßigsten durch Opalisierung der Schutzgläser auf ein erträgliches Maß herabsetzen läßt, u. zw. bei tragbaren Grubenlampen gegenüber Prismenglas auf $^1/_{40}$; der Lichtverlust beträgt dabei etwa 8,5 %. Die Lichtverteilung der tragbaren Grubenleuchte versucht man durch besondere Ausgestaltung der Schutzgläser zu beeinflussen. Der Verein hat drei verschiedene Formen auf ihre zweckmäßigste Verwendung hin untersucht. Um eine laufende Überwachung der tragbaren elektrischen Grubenleuchten bezüglich ihrer Lichtstärke zu ermöglichen, wurde ein Meßkoffer entwickelt, der alle erforderlichen Meßgeräte enthält und der es gestattet, die einschlägigen Messungen auf den Zechen selbst vorzunehmen. Eine interessante Explosion ereignete sich an einer Grubenleuchte mit alkalischem Akkumulator, deren Topf zwei durch eine angeschweißte Stahlwand voneinander getrennte Zellen mit je einem Akkumulatorelement enthält; die Explosion fand statt während der Ladung mit 2 A nach etwa 5 h; sie wurde hervorgerufen durch eine Verstopfung des Entgasungsventils der einen Topfhälfte. — Um sämtliche auf den Zechen vorkommenden Relaisarten zu prüfen und den Betriebsanforderungen entsprechend einzustellen, hat der Verein Relaisprüfeinrichtungen entwickelt. — Die Zündung von

Digitized by Google

Ölgasen in einem Ölzugkontakt für elektrische Schachtsignalanlagen gab Veranlassung zu einer eingehenden Untersuchung der Zersetzung des Öles durch die beim Arbeiten des Kontaktes auftretenden Funken. Die Menge der durch jedes Klopfzeichen erzeugten Zersetzungsgase ist nicht konstant, sondern ändert sich mit der Anzahl der geklopften Schläge und scheint auch abhängig von der Öltemperatur und dem Luftdruck zu sein. Im Durchschnitt bilden sich bei jedem Klopfzeichen etwa 0,075 cm³ Ölgase. Es stellte sich heraus, daß das Gasgemisch, dessen Zusammensetzung angegeben wird, ohne Zusatz von Luft durch elektrische Funken gezündet werden konnte. Mittel zur Vermeidung derartiger Zündungen werden angegeben. Von 25 durch elektrischen Strom verursachten Personenunfällen sind 18 auf eigenes Verschulden, einer auf fremdes Verschulden, 3 auf schadhafte Anlage und einer auf Schleichstrom zurückzuführen, während bei zweien die Ursache nicht festzustellen war. *Ka.*

Installation.

Paccoschalter. — Die Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Siemensstadt, bringen einen neuen Paccoschalter — Type PM — für Wechsel- und Drehstrom mit einem Spezialsprungwerk auf den Markt, der bis 380 V den vollen Nennstrom von 25 A und bei 500 V noch 15 A schaltet. Bei der Ausführung mit Momentsprungwerk beträgt der zulässige Abschaltstrom: bei 250 V 25 A, bei 380 V 15 A und bei 500 V 6 A. Dieses neue Sprungwerk besteht aus zwei unter Federdruck stehenden, gut geführten Stahlbacken (Abb. 3), die in der Ruhelage in die Rasten eines auf der Schalterachse sitzenden Sperrkranzes eingreifen, während des Schaltvorganges durch den Sperrkranz aus den Vertiefungen gehoben werden und unter Federdruck in die nächste Rastenstellung springen, so daß die Schaltstellung durch genaue Sprungbegrenzung gesichert, ein Stehenbleiben in der Mittelstellung ausgeschlossen ist. Die Schalthäufigkeit des neuen Paccoschalters mit Spezialsprungwerk ist außerordentlich hoch und beträgt ein Vielfaches der VDE-mäßig festgesetzten Mindestgrenze. Der Aufbau der Schaltkammern entspricht in seiner Ausführung der bisher üblichen, u. zw. werden diese durch paketartig übereinander geschichtete Isolierscheiben gebildet, in denen sich der Schaltvorgang abspielt. Die Stromführung innerhalb der Kammer erfolgt durch eine massive versilberte Kontaktbrücke. Eine gute Kontaktgabe wird durch die auf der Kontaktbrücke angebrachten Bronzefedern erreicht. Durch geeignete Formgebung übernimmt diese Brücke den Ein- und Abschaltvorgang und verhindert Schmelzperlenbildung an den Bronzefedern. Die Abschnürung des Funkens während des Schaltvorganges erfolgt durch Funkenwischer, die an der Kontaktbrücke angebracht sind. Die Gegenkontakte sind feststehende Messerkontakte und mit den außerhalb der Kammern liegenden kräftigen Maulklemmen fest verbunden.

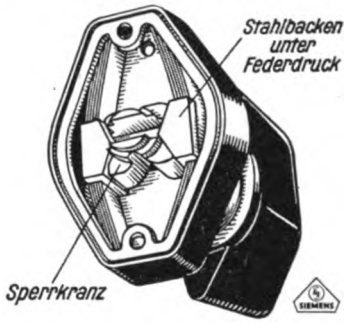


Abb. 3. Paccoschalter.

Der Paccoschalter der Type PM wird 2- und 3polig, desgl. als Polwender mit übergreifender Isolierstoffkappe oder in Isolierstoffkapselung ausgeführt. *fi*

Fernmeldetechnik.

Hexoden, eine neue Art von Empfängerröhren. — Telefunken bringt eine neue Röhrensorte in zwei verschiedenen Typen heraus, welche wesentliche Verbesserungen für die Empfänger bedeuten. Diese sog. Hexoden enthalten im ganzen 6 Elektroden, darunter 4 Gitter. Man kann sie sich aus den bekannten gewöhnlichen Penthoden dadurch entstanden denken, daß das zwischen Schirmgitter und Anode liegende Fanggitter nicht mehr mit der Kathode verbunden, sondern selbständig herausgeführt ist, und daß weiterhin zwischen Fanggitter und Anode noch ein weiteres Gitter eingefügt wird. Durch das Zusammenwirken von Fanggitter und Schirmgitter wird ja bekanntlich erreicht, daß der Anodenwechselstrom in Penthoden nahezu allein von der Gitterwechselspannung abhängig ist, während die Anodenwechselspannung auf ihn wenig Einfluß hat. Die hinter dem Schirmgitter liegenden Gitter dienen nun bei der Hexode dazu, die Verteilung des gesamten durch das Schirmgitter tretenden Stromes zwischen Anode und Fanggitter zu steuern. Für diesen Teil der Röhre bestehen ganz ähnliche Bedingungen wie bei den Raumladegittern. Welche Vorteile sich hieraus für Superhetschaltungen ergeben, bei denen man Mischrohr und Schwingrohr in einer Röhre zu vereinigen bestrebt ist, liegt auf der Hand. Man kann nämlich den Anodenstrom mit Hilfe des 1. Gitters im Takt der Empfangsfrequenz steuern und dann nachträglich mit Hilfe des 4. Gitters diesen Strom nochmals in einem beliebigen anderen Takt, also z. B. der örtlich erzeugten Oszillatorfrequenz modulieren, ohne daß, und das ist der springende Punkt, sich diese beiden Steuerungen irgendwie beeinflussen, denn dazwischen liegt ja das Schirmgitter, welches wechselstrommäßig an Erde liegt. Die Röhre strahlt daher die Schwingfrequenz nicht rückwärts in die Antenne aus, auch ohne daß besondere Maßnahmen ergriffen werden. Die Schwingung selbst kann durch Zusammenwirken der zwei letzten Gitter in derselben Röhre erzeugt werden. Der gesamte Schaltungsaufbau wird dadurch sehr vereinfacht, und manche bisher bestehende Schwierigkeiten erledigen sich von selbst. Die neue Röhre hat die Bezeichnung RENS 1224 erhalten. Neben sie tritt in etwas anderer Bemessung die Fading-Hexode RENS 1234. Sie arbeitet als ein gewöhnliches Hochfrequenz-Verstärkerrohr. Ihr Zweck ist nicht so sehr, eine größere Verstärkung als die der bisherigen Röhren zu erreichen, als vielmehr eine verzerrungsfreie Lautstärkeregelung bei kleineren notwendigen Verschiebungspannungen zu ermöglichen. Während man bei den bisherigen Röhren mit einer Gitterspannungsverschiebung von 40 V eine Regelung 1 : 300 erreichte, kommt man so auf 1 : 10 000 bei nur 10 V Verschiebung. Dies erreicht man durch ein Zusammenwirken des ersten und des dritten Gitters.

Äußerlich sehen die Röhren den bisherigen sehr ähnlich, allerdings haben sie mit Rücksicht auf die Vermehrung der Anschlüsse einen besonderen Sockel erhalten. Für die bisherigen Empfänger kommen sie nicht in Betracht, weil sie eine Sonderschaltung verlangen und daher nicht ohne weiteres in vorhandene Geräte eingesetzt werden können. *Kur.*

Wirkung eines magnetischen Feldes auf die Fortpflanzung einer elektromagnetischen Welle in einem ionisierten Medium. — Es wird ein Laboratoriumsversuch beschrieben, der die von Nichols und Schelleng theoretisch ermittelte Beeinflussung der Fortpflanzung einer elektromagnetischen Welle in einem ionisierten Medium durch ein magnetisches Feld festzustellen ermöglicht. Ein elektrisches Strahlenbündel von 18 cm Wellenlänge, das von einem Pierretschen Oszillator erzeugt wird, wird durch den Raum zwischen Heizkathode und Anodenplatte einer Zweielektrodenröhre geführt. Diese Röhre enthält ein elektronisches Gas und befindet sich im Innern einer Spule, die ein magnetisches Feld in der Achsenrichtung der Elektroden erzeugt. Die Welle von 18 cm wird von einer kleinen abgestimmten Antenne empfangen, die in der Mitte mit einem sehr kleinen Kristalldetektor versehen ist. Bei einem bestimmten Wert des magnetisierenden Stroms in der Spule wird eine starke Absorption der ankommenden Welle am Empfänger bemerkt. Der Wert des diese Absorption erzeugenden magnetischen Feldes entspricht mit guter Annäherung dem von Nichols und Schelleng angegebenen Verhältnis $H = 2\pi mn/e$ und befindet sich somit in Übereinstimmung mit dem theoretisch berechenbaren Wert, der erforderlich ist, um den Elektronen, die sich auf den vom Feld erzeugten fast kreisförmigen Bahnen bewegen, die der durchfließenden Welle eigene Frequenz von $1{,}67 \cdot 10^9$ U/s zu erteilen.

Diese Untersuchung kann als die erste experimentelle Bestätigung der Anschauung von Appleton betrachtet werden, nach der ein anomales Verhalten für die Fortpflanzung der Welle von 214 m in dem magnetischen Erdfeld vorausgesehen wurde. (G. Todesco, Alta Frequenza Bd. 1, S. 68.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Induktivität, Energie und Stromkraft von Sammelschienen. — Das von Steidinger[1] behandelte obengenannte Problem ist neben solchen verwandter Art vor längerer Zeit von Rogowski mit Hilfe der schon von Maxwell verwendeten Methode der mittleren geometrischen Abstände gelöst worden. In Anbetracht der Vor-

[1] Steidinger, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 153 (1930).

Digitized by Google

züge dieser Methode für die Berechnung der Induktivitäten gestreckter Leiterschleifen muß der Steidingersche Weg als unzweckmäßig bezeichnet werden. (R. Brüderlink, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 121.)

Edelgas-Entladungsröhren. — M. Abadie schildert Edelgas-Entladungsröhren mit Kathoden aus Metallen von niedrigem Dampfdruck, wie Antimon und Cadmium oder aus Legierungen solcher Metalle. Dabei bildet sich der Kathodenfleck gut aus, ohne daß doch, wie beim Quecksilber, daß Spektrum des Edelgases hinter dem des Metalldampfes zurücktritt. Durch eine verhältnismäßig enge Blende (rd. $^1/_5$ des Rohrdurchmessers), anscheinend aus Metall, wird der Kathodenraum vom Rohr getrennt, so daß kein Metalldampf in die Entladungsbahn eintreten kann. Nimmt man leichter schmelzende Metalle wie Wismut und Cadmium, die u. U. während des Gebrauchs ganz oder stellenweise flüssig werden, so werden diese einfach in die Kathodenkugel der Entladungsröhren eingefüllt. Durch die Volumenänderung des Metalles beim Erhitzen und Abkühlen wird gewöhnliches Glas zerbrochen, daher muß man Spezialgläser (z. B. Borosilikatglas) benutzen. Die Beanspruchung des Glases wird geringer, wenn die Kathode aus dem Wismut-Cadmium-Eutektikum, das verhältnismäßig geringe Volumenänderungen aufweist, besteht. Nimmt man höher schmelzende Metalle, wie Antimon und Arsen, so kann man die Kathode zylinderförmig ausbilden. Die Abmessungen des Kathodenraumes müssen so gewählt sein, daß die Temperatur dort niedriger ist als im Entladungsrohr, damit das Metall möglichst wenig in die Entladungsbahn hineingelangt. Belastet man die Kathoden stärker, so entwickelt sich soviel Metalldampf, daß sein Spektrum mehr und mehr das Gasspektrum verdrängt. Abadie hat diesen Effekt zur Herstellung von Metalldampflampen benutzt und Lampen mit Cadmium, mit Cadmiumamalgam und mit Lithiumamalgam hergestellt. Der Kathodenfall beträgt für solche Elektroden in Neon zwischen 8 und 12 V. Die Anode besteht aus Eisen. Verfasser gibt an, Röhren dieser Art aus Quarz mit einer Energie von 3 kW gebaut zu haben. Auffällig ist, daß die Zündspannung anscheinend (genaue Angaben fehlen) 6- bis 7mal so hoch ist wie die Gebrauchspannung, so daß daher ein hoher Vorschaltwiderstand nötig sein dürfte. Infolge der Verschiedenheit von Kathode und Anode lassen sich die Röhren als Gleichrichter benutzen. Wenn man eine Röhre mit zwei gleichartigen Kathoden versieht, brennt sie auch an Wechselstrom, doch muß dann durch eine dritte Elektrode ein Hochfrequenzstoß zum Zünden gegeben werden. Die Angaben über das Pumpen und Füllen der Röhren enthalten nichts vom Üblichen Abweichendes. (M. Abadie, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 10, S. 675.) *v. G.*

Werkstatt und Baustoffe.

Künstliche Porzellanerde. — Die Tagespresse hat über die dem Prof. W. Noll gelungene Synthese des Kaolins z. T. in dem Sinne berichtet, daß nun diese künstliche Porzellanerde als Ausgangstoff für die Porzellanindustrie dienen werde. Dieses Ziel war indessen weder Anlaß zu den Versuchen Nolls, noch ist es an sich erstrebenswert, denn die Porzellanerde ist ein ziemlich verbreiteter Rohstoff. Sie ist ein Aluminiumsilikat der Zusammensetzung $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2\,H_2O$. Wollte man sie aus den beiden Bestandteilen Tonerde und Kieselsäure zusammensetzen, so müßte man von dem einzigen natürlichen Tonerde-Rohstoff, dem Bauxit, ausgehen, der stark mit Eisen verunreinigt vorkommt und infolgedessen erst einem Reinigungsprozeß unterworfen werden muß. Allein das gereinigte Tonerdehydrat kostet schon ein Vielfaches (etwa das 5fache) eines natürlichen Kaolins, ungerechnet die Kosten der Synthese. Es gäbe allerdings auch noch andere Möglichkeiten, künstliche Porzellanerde herzustellen, z. B. nach einem ähnlichen Verfahren wie bei der natürlichen Entstehung, wo Kaolin als Verwitterungsprodukt von Alkali-Tonerde-Doppelsilikaten auftritt. Doch dürfte für die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren grundsätzlich dasselbe gelten. *Hrk.*

Verschiedenes.

Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure. — Die diesjährige Hauptversammlung des VDI wurde auf Einladung des Bodensee-Bezirksvereins des VDI, der am 18. X. d. J. sein 25jähriges Bestehen feiert, am Bodensee in Friedrichshafen und Konstanz vom 27. — 29. Mai abgehalten. An der Hauptversammlung am 28. in der Luftschiffhalle II zu Friedrichshafen unter dem Heck des D-ZL 127 beteiligten sich etwa 1300 Fachgenossen aus dem In- und Auslande. Nach beredten Worten des neuen Vorsitzenden Dr.-Ing. Schult zur Mitwirkung des Ingenieurs beim Wiederaufbau Deutschlands unter der neuen Regierung und nach der Bekanntgabe von Prof. Stark über die Bildung eines „Reichsforschungsdienstes" an Stelle der bisherigen Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft hielt der Konstrukteur der Zeppelin-Luftschiffe Dr.-Ing. E. h. Dürr den Festvortrag zur Entwicklung des Zeppelin-Luftschiffes im Weltverkehr. Am Tage zuvor war eine Gedächtnistafel für den Grafen Zeppelin an seinem Geburtshaus, dem Insel-Hotel in Konstanz, enthüllt worden. Dr. Eckener konnte an der Feier nicht teilnehmen, da er noch in Südamerika weilte.

Unter den Fachsitzungen der Tagung verlief die „Schweißtechnik" besonders angeregt, in der neue Versuchsergebnisse zur Dauerfestigkeit geschweißter Verbindungen (Rb.-Dir. Schaper), Verfahren zur Messung von Schrumpfspannungen (Dr. Bierett) und ein neues Schweißnahtprüfgerät auf magnetisch-induktiver Grundlage (Dr. Kießkalt) erörtert und letzteres auch vorgeführt wurden. Mit diesem I. G.-Schweißnahtprüfer, der durch die AEG, Berlin, werkstattmäßige Ausführung erhalten hat, ist die fortlaufende zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen auf elektroakustischem Wege möglich. Ein bedeutender Fortschritt ist damit auf diesem Gebiet erreicht, auf dem bisher u. a. das Röntgengerät, das Schmucklersche Anfräsverfahren und das von Ebel und Stepf durchgearbeitete magnetische Feilspäneverfahren vorlagen. Kießkalt und Schweitzer haben den Gedanken von Gerlach, durch die an Störstellen magnetisierter Körper austretende magnetische Normalkomponente in einer Spule Stromstöße induzieren zu lassen und diese zu messen, aufgegriffen und daraus ein Schwingspulverfahren für fortlaufende Untersuchung entwickelt. Auf das magnetisierbare Werkstück, wie z. B. Eisen, werden in der Nähe der zu prüfenden Stelle zwei je etwa 2 kg schwere permanente Magnete aufgesetzt, deren magnetischer Kraftfluß im wesentlichen durch das Eisen geht, während nur ein Teil der Kraftlinien als Streufluß aus dem Eisen austritt, der bei im Innern homogenem Eisen durchweg gleichmäßig ist. Wird nunmehr eine Spule, die elektromagnetisch in schnelle und gleichmäßige Schwingungen versetzt wird, in Richtung der Kraftlinien über das zu prüfende Werkstück geführt, so wird in derselben durch die austretenden Kraftlinien ein schwacher elektrischer Strom erzeugt, der sich in einem angeschlossenen Kopfhörer als gleichmäßiges Summen bemerkbar macht. Geringe durch Inhomogenitäten (Fehler) im Werkstück hervorgerufene Änderungen der Streukraftlinien bewirken Änderungen der Intensität und vor allem der Klangfarbe der hörbar gemachten Induktionsströme der Meßspule. Hieraus kann man bei einiger Übung auf Lage und Art des Materialfehlers schließen. Die Tonschwingungen lassen sich auch im Oszillographen aufnehmen, wobei in den Störungen der Schwingungen die Fehlerstellen deutlich zu erkennen sind. Bei dem Gerät (Abtaster), das im Aussehen einem elektrischen Lötkolben gleicht, ist die Schwingspule in dem kolbenähnlichen Vorderteil eingebaut, während der Handgriff den Elektromagneten enthält, der die Spule in Schwingungen versetzt. Der in der Abtastspule erzeugte sehr schwache Strom wird durch einen Verstärker, der mit anderem Zubehör in einem fahrbaren Schrank untergebracht ist, für die Wahrnehmung im Kopfhörer verstärkt. Das Verfahren ist, wie auch in der Aussprache zutage trat, durchaus für die Praxis weiter ausbaufähig, um insbesondere dem Röntgenverfahren gegenüber noch gleichwertiger zu werden. Im gegebenen Fall lassen sich beide Verfahren vereinigen, und auch das Anfräsverfahren, bei dem der Fräskopf neuerdings vervollkommnet ist, wird nach der Erkennung der Fehlerstelle weiterhin gute Dienste tun.

Für den Wasserkraftwerksbau war es beachtenswert, in der Fachsitzung „Strömung" von Prof. Dr.-Ing. J. Ackeret, Zürich, zu hören, daß es gelungen ist, entsprechend dem Bedürfnis nach schnellaufenden Turbinen zum Antrieb der Generatoren solche auch unter Ausnutzung hoher Gefälle zu verwenden, ohne daß die Schaufeln durch Kavitation (Hohlraumbildung) gefährdet sind. Das bisher höchste in Kaplan-Turbinen ausgenutzte Gefälle beträgt 23 m (Anlage Wettingen bei Zürich); über 30 m dürfte keineswegs gegangen werden. In Zapello in Italien hat Escher-Wyss bei einer Francis-Turbine, die bei 390 m Gefälle mit 1500 U/min läuft, eine Kaplan-Turbine mit festem Leitapparat als Gegendruckturbine angeschaltet, und ein einwandfreier Betrieb mit gutem Wirkungsgrad ist möglich. Es scheint somit zur Unterdrückung der

Digitized by Google

Kavitation eine sehr einfache Lösung darin zu bestehen, daß durch Reihenschaltung von zwei oder mehreren Turbinen mit verschiedenen Drehzahlen die erforderlichen Gegendrücke hinter den Laufrädern erzeugt werden. Eine andere Gefällsaufteilung, wie sonst üblich, ist dann aber erforderlich. Ein Projekt für 300 000 PS bei 620 m Gefälle mit Francis-Turbine in der Primärstufe und Kaplan-Turbinen in der Sekundär- und Tertiärstufe, wobei die Sekundärstufe die Aufrechterhaltung des Gegendrucks sicherstellt, wurde erörtert. Przygode.

Elektromagnetische Protokollierung von Sitzungen. — Die Mix & Genest AG., Berlin, führte vor einiger Zeit im Hotel Esplanade zu Berlin eine elektromagnetische Protokollanlage vor, die mit dem Dailygraph arbeitet, einer Diktiermaschine, welche nach Stille als Tonträger einen fast 4 km langen Stahldraht benutzt[1]. Die von der Firma gezeigte Neuerung besteht nun darin, daß für alle Teilnehmer einer Konferenz eine größere Anzahl von Mikrophonen vorgesehen wird, die vom Platz des Vorsitzenden aus einzeln einschaltbar sind (Abb. 4). Diese

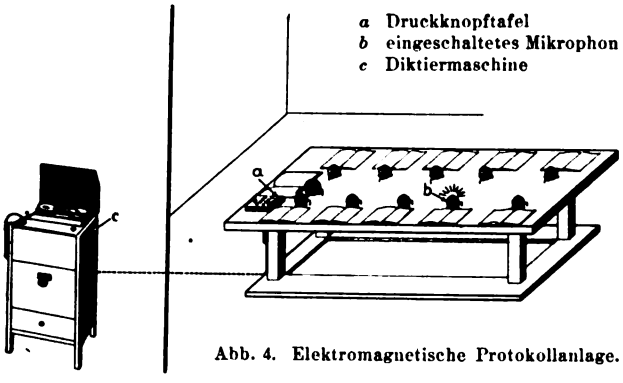


Abb. 4. Elektromagnetische Protokollanlage.

Mikrophone haben vermöge ihrer kugelförmigen Konstruktion einen ausgesprochenen Richtempfang, so daß sie die Stimme des Redners bevorzugt aufnehmen und Nebengeräusche oder Zwischenrufe dämpfen, jedoch nicht völlig unterdrücken. Dabei hat der Versammlungsleiter ein ausgezeichnetes Mittel zur Stärkung der Verhandlungsdisziplin, weil er nur dasjenige Mikrophon einschaltet, das für die Protokollführung wichtige Worte aufnimmt, und weil die auf jedem Mikrophon angebrachte kleine Signallampe ein Mittel gegen das Durcheinanderreden ist; denn die Lampe brennt jeweils nur an dem Mikrophon, das gerade eingeschaltet ist. Wünscht der Versammlungsleiter eine Geheimkonferenz, so genügt ein Tastendruck, um die Mikrophone abzuschalten und eine rein vertrauliche Aussprache zu gewährleisten. *Ka.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Jubiläums-Funkausstellung Berlin 1933. — Die diesjährige Deutsche Funkausstellung feiert gleichzeitig zwei Jubiläen: 10 Jahre deutscher Rundfunk und 10 Jahre Deutsche Funkausstellungen. In der Zeit vom 18. bis 27. VIII. wird in den 6 Funkturmhallen die „Jubiläums-Funkausstellung Berlin 1933" Zeugnis ablegen vom Stand der deutschen Funktechnik und einen Weg deutschen Denkens und deutschen Erfindergeistes aufzeigen, der in der Geschichte der Technik beispiellos ist. Die Ausstellung steht unter dem Protektorat des Reichsministers für Volksaufklärung und Propaganda Dr. Goebbels.

Termine der Leipziger Herbstmesse 1933. — Die Leipziger Herbstmesse 1933 wird am 27. VIII. beginnen und bis einschließlich Donnerstag, den 31. VIII. dauern. Die Textilmesse wird nur bis einschließlich Mittwoch, den 30. VIII. geöffnet sein. Vom 27. bis einschließlich 31. VIII. wird gleichzeitig auf dem Gelände der Großen Technischen Messe die Bauschau durchgeführt.

Strahlenschau 1934 in München. — Die für die Zeit von Mai bis Oktober 1934 in München geplante Ausstellung „Die Welt der Strahlen"[2] ist zugleich als Gedächtnisausstellung für Wilhelm Conrad Röntgen und die anderen um das Strahlengebiet verdienten Forscher gedacht. Nach der Ausstellungsdenkschrift ist folgende Gliederung vorgesehen:

1. Elektromagnetische Wellen, Radio, Lang- und Kurzwellen
2. Wärmestrahlen
3. Lichtstrahlen
   a) ultrarote Strahlen
   b) sichtbares Licht
   c) ultraviolettes Licht
4. Röntgenstrahlen
   a) Grenzstrahlen
   b) diagnostische Strahlen
   c) Therapiestrahlen
5. Radioaktive Strahlen
6. Kosmische Strahlen
7. Strahlen unbekannter Art

Jede dieser Hauptgruppen soll in 4 Unterabteilungen behandelt werden, nämlich

1. Entdeckung
2. Grundlegende physikalische Vorgänge
3. Technische Entwicklung
4. Anwendungsbereiche

Für die Ausstellung selbst stehen 12 000 m² Hallenfläche und 5000 m² Freigelände zur Verfügung, außerdem noch Kongreßräume für die in Verbindung mit der Ausstellung zu erwartenden Tagungen[1]. *of.*

Energiewirtschaft.

Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit in großen Versorgungsgebieten. — Vier Vorträge auf der vorjährigen A.I.E.E.-Tagung sind hier zusammengefaßt. Behandelt werden die Gebiete Chicago, Detroit, Boston und Philadelphia.

Der Fernstrom-Anteil im Chicagoer Netz wuchs in 3 Jahren von 8 auf 41,3 % des augenblicklichen Bedarfes.

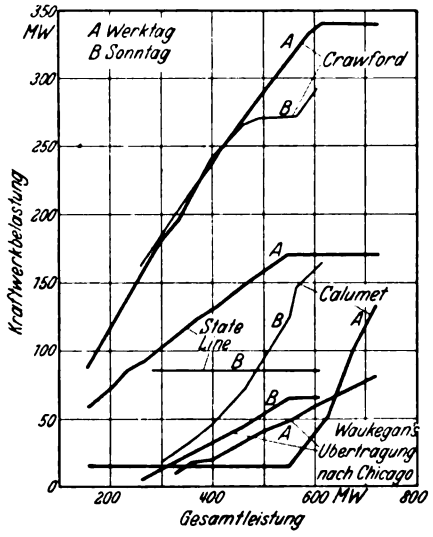


Abb. 5. Lastverteilung der festverbundenen Chicagoer Werke.

Das Belastungschema (Abb. 5) gibt die Lastverteilung für die festverbundenen Chicagoer Kraftwerke und (Abb. 6) für Powerton und Michigan City wieder. Den Jahreszeiten und dem Überholen von Maschinen wird Rechnung getragen.

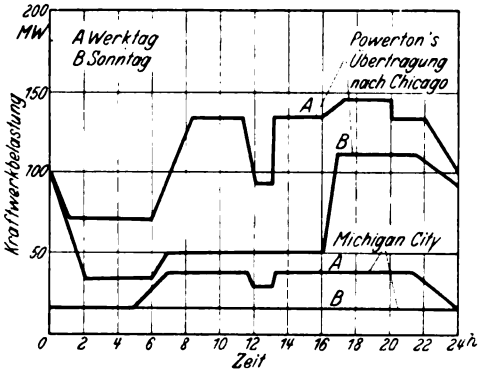


Abb. 6. Lastfahrplan für Powerton und Michigan.

Dem Fernmeßprinzip wird von der Chicagoer Betriebsleitung das größte Gewicht beigelegt.

Die Änderung der Wärme- und Stromerzeugungskosten mit der Nettoleistungsabgabe für die 5 modern-

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 449.
[2] Vgl. ETZ 1933, S. 339.

[1] Geschäftstelle der Ausstellung: München 12, Theresienhöhe 14.

Digitized by Google

sten Kraftwerke für Chicago gibt Abb. 7. Powerton hat z. B. 33 % besseren Wirkungsgrad als Waukegan. Da die Entfernung aber zwischen beiden Werken rd. 380 km beträgt, wird der Erzeugungsgewinn durch den Übertragungsverlust bei gewissen Belastungen gerade aufgehoben. Der ausschlaggebende Grenzwert für die Belieferung Chicagos ist weder die Wirtschaftlichkeit noch die Stabilität der Übertragung, sondern z. Z. die Leistungsfähigkeit Powertons.

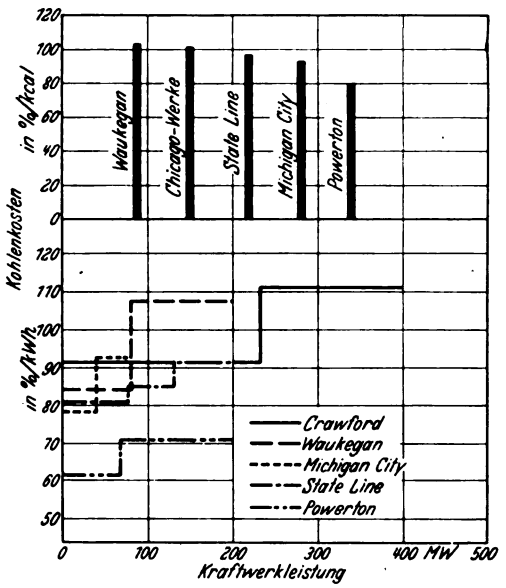


Abb. 7. Prozentuale Kohlenkosten für die kWh und kcal der 5 modernsten Werke Chicagos.

Im Durchschnitt wurde die kWh an der Sammelschiene im gesamten Versorgungsgebiet mit 3782 kcal im Jahre 1931 erzeugt.

Erhöhter Dampfdruck, erhöhte Dampftemperatur, Zwischenüberhitzung, Regenerativverfahren und Kohlenstaubfeuerung haben den Wirkungsgrad erhöht. State Line ist von Kettenrosten zur Staubkohlefeuerung übergegangen (5,9proz. Erhöhung des Wirkungsgrades). Die Turbosätze hatten 4,5 % besseren Wirkungsgrad, so daß ein Totalgewinn von 10,4 % erzielt wurde. Das Monatsmittel des Wärmeverbrauchs für die erzeugte kWh ging auf 3276 kcal zurück. Die neuen 84 ata-Einheiten für State Line sollen die kWh mit 2898 kcal liefern (Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Betrieb des Chicagoer Versorgungsgebietes mit 39 ··· 46 ata-Einheiten 1931.

Kraftwerk	Mill kWh abgegeben	Tausend kW Leistung	Benutzungsfaktor	kcal je erzeugte kWh
Crawford Avenue	1 880,4	424	50,6	3 759
Powerton	1 173,9	204	65,5	3 195
State Line	1 009,5	200	57,5	3 388
Waukegan	535,0	153,3 [1]	31,9	3 500
Michigan City	269,8	58,5 [1]	52,4	3 588
	4 868,6	1 039,8	53,2	3 503

[1] Mittelwert. Ein Satz wurde während des Jahres in Betrieb genommen.

Mittlerer Wärmeverbrauch je kWh					3 503
Wärmeverbrauch je kWh der 25 ata-Einheiten					4 410
Gewinn in kcal je kWh der 39/46 ata-Einheiten					907
Wärmeeinheiten je kg Kohle					5 821
Minderverbrauch in kg Kohle je kWh					0,156
Kohlenpreis in RM je Tonne . . .	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8
Benutzungsfaktor 53,2 % (Mittel der 39/46 ata-Einh.) Benutzungsdauer	4 700	4 700	4 700	4 700	4 700
Jährlicher Gewinn je kW in RM .	6,76	8,48	10,16	11,8	13,5
Zulässige Kapital-Neuanlage je kW zu 11% in RM	61,7	77,3	92,4	107,9	123,5

Die Konstruktions-Richtlinien für Chicago sind: 1. Sammelschienenschutz, 2. Reaktanzen in allen Leitungen von Generatoren-Sammelschienen, 3. Phasentrennung der Generatorspannung, 3Ω-Widerstände je Generator zwischen neutralem Punkt und Erde, 4. Phasentrennung bei 66 kV-Erdkabeln, 30 Ω-Widerstände je Transformatoren-Nullpunkt.

Eisengekapseltes Schaltmaterial für 12, 22, 33 und 132 kV.

Die Erfahrung mit den 132 kV ölgefüllten Hohlkabeln ist seit 1927 so gut, daß man dort keinen Zweifel über die Möglichkeit eines 220 kV-Kabelbetriebes hat.

Der Bericht nennt als Reserve nur 90 MW für das gesamte Netz der Commonwealth Edison Co. und bezeichnet sie als unabhängig von der Netzbelastung. In einem Falle versagte Waukegan und die beiden Speiseleitungen von Powerton. Trotzdem wurde die Gesamtlast nur mit einem momentanen Frequenzverlust von ungefähr $^4/_{10}$ Perioden aufgenommen, also keine Unterbrechung der Belieferung der Abnehmer.

Der Chicagoer Bericht gibt folgende Schlußfolgerungen: 1. Es gibt eine Norm für Kraftwerke großer, mehrfach gespeister Netze, unter die man die Wirtschaftlichkeit nicht absinken lassen darf, da kein Betriebssicherheits-Gewinn erzielt wird. Die festen Kosten auf Kosten der Betriebswirtschaft herabzusetzen, wird die Gesamtkosten der Arbeitserzeugung erhöhen. Ferner wird mit fortschreitender Fabrikationstechnik diese Norm laufend erhöht. 2. Erhöhte Wirtschaftlichkeit ohne verminderte Betriebsicherheit wird durch Dampfdruck- und Temperatursteigerung erreicht. 3. Die Wahl der Spannung für Erdkabel wird nicht durch die Frage der Betriebsicherheit, sondern durch die Wirtschaftlichkeit bestimmt (132 kV und 220 kV). 4. Höchstspannungs-Oberleitungen auf Eisenmasten mit niedrigen Erdwiderständen, Erdseilen und abgestimmtem Relaisschutz haben sich bewährt. Stets höhere Leistungen können übertragen werden, ohne die Betriebsicherheit großer Abnahmezentren zu verringern. 5. Gesamtlastzeiger für Lastverteilung bieten dem wirtschaftlichen Betrieb bedeutende Erleichterung. 6. Automatische Frequenzregulierung und Fernmessung sind für die Steuerung der einzelnen Kraftwerke nach Fahrplan vorteilhaft.

Detroit nennt seinen Lastfahrplan einen Kompromiß zwischen Wirtschaftlichkeit und Ausführbarkeit. Die Zahlentafel 2 gibt hierüber Aufschluß.

Zahlentafel 2. Belastungsbestimmung in Detroit.

Kraftwerk	Generatorenleistung in MW	Generatorenleistung in % des Gesamtwertes	Kohlenverbrauch in kg je kWh	Kolonne 2 / Kolonne 4	Lastverteilung in % der Gesamtbelastung angenähert	Lastverteilung in % der Gesamtbelastung tatsächlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Delray	110	15,3	0,509	215	15,3	20
Connors Creek .	150	20,8	0,66	227	16,0	20
Marysville . . .	160	22,2	0,49	326	23,3	19
Trenton Channel	300	41,7	0,47	638	45,4	41
Total	720	100	—	1406	100	100

Philadelphia erreichte seit 1926 eine 16prozentige Kohlenersparnis, während in Boston 62 % Ersparnisse der kWh-Erzeugungskosten von 1920 bis 1930 erreicht wurden. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 99, S. 1084.)

A. G. A.

Die Elektrisierung Marokkos. — Ein Hauptkennzeichen der Industrialisierung Marokkos der letzten Jahre ist die besonders schnell vor sich gehende Elektrisierung des Landes und Zunahme der Verwendung des elektrischen Stromes. Die außergewöhnliche Entwicklung auf diesem Gebiete, die auch jetzt trotz der allgemeinen Krise weiter anhält, ergibt sich, wenn man bedenkt, daß der Verbrauch an elektrischem Strom im Jahre 1917 rd. 1 Mill kWh, 1932 aber rd. 100 Mill kWh betrug. Die größten Abnehmer an elektrischem Strom sind zunächst die Stadt Casablanca, die im Jahre 1917 noch der einzige Verbraucher von elektrischem Strom im Lande war und 1 Mill kWh verbrauchte, 1932 dagegen über 40 Mill kWh für ihre Zementwerke, Brauereien, Schlachthäuser, Verkehrseinrichtungen, Hafen-Förderanlagen usw. Die Eisenbahnen des Landes nahmen 1932 rd. 17 Mill kWh ab, welche Menge sich demnächst noch erhöhen wird, wenn die Pläne über die Elektrisierung neuer Eisenbahnstrecken verwirklicht worden sind. Nach Ausführung der Strecke Sidi-el-Aidi—Marrakesch wird die Strecke Port Lyautey—Petitjean in Angriff genommen werden, dann auch der Abschnitt Petitjean—Fez. Großabnehmer sind dann weiter die Phosphatgesellschaften mit 7 500 000 kWh jährlich trotz der Verminderung der Erzeugung, die Städte Rabat-Salé mit 3 600 000 kWh, die Stadt Fez mit 3 400 000 kWh, die Stadt Marrakesch mit 2 300 000 kWh, die Stadt Meknès mit 1 200 000 kWh. Erzeugt wird der Strom an verschiedenen Stellen, nämlich hauptsächlich durch das Wasserkraftwerk von Si-Said-Machou, dann auch durch das Wasserkraftwerk von Oued-Fez in Fez oder von der Wärmekraftzentrale in Casablanca. (L'Usine Bd. 42, S. 41.) *Kp.*

Digitized by Google

AUS LETZTER ZEIT.

Eröffnung der Ausstellung von Arbeiten der Facharbeiterlehrlinge. — Am 16. d. M. eröffnete die AEG in den Räumen der Ausstellung der Fabriken im Haus der Technik, Friedrichstraße 110, eine Sonderschau der Arbeiten ihrer Facharbeiterlehrlinge, Praktikanten und kaufmännischen Lehrlinge. Neben den Ausbildungsplänen wird dort eine große Zahl interessanter Maschinen, Meßgeräte usw. gezeigt, die von den Lehrlingen und Praktikanten der AEG während ihrer Ausbildung angefertigt worden sind. Die Ausstellung ist täglich von 9 ··· 19 h bis zum 30. VI. geöffnet.

Stand der Arbeiten an der Hoover-Talsperre. — Wir berichteten über diese durch ihr Ausmaß einzigartig dastehende Anlage zuletzt in der ETZ 1932, S. 318. Von den in der dortigen Abb. 2 enthaltenen Anlageteilen sind die Fangdämme ober- und unterhalb der Staumauer fertiggestellt, ebenso die Sohle der Mauer; mit der Betonierung des Staudammes soll im Juli begonnen werden. An den Druckstollen wird gearbeitet, ebenso am Krafthaus und dem Auslaßwerk; die Stollen sollen z. T. Ende dieses Jahres fertig werden. Die städtischen Werke von Los Angeles haben im Februar eine Anleihe von 22,8 Mill $ aufgenommen, um eine Leitung von Los Angeles nach dem Hoover-Werk zu bauen. Die Leitung soll als Doppelleitung für 275 kV und 250 000 kW ausgeführt werden, Länge rd. 440 km.

Neuer Sender für Madrid. — Das spanische Innenministerium macht bekannt, daß ein neuer Sender mit 100 kW in Madrid errichtet wird, der ausschließlich unter Staatsaufsicht stehen soll.

Gutachtertätigkeit von Hochschullehrern. — Wie der Amtliche Preußische Pressedienst mitteilt, hat Kultusminister Rust an alle ihm unterstellten Hochschulen einen Erlaß gerichtet, der die gutachtliche Tätigkeit der Hochschullehrer zum Gegenstand hat. Der Minister erkennt an, daß diese Tätigkeit für Lehre und Forschung, die eigentlichen Hauptaufgaben der Professoren, von erheblichem Nutzen sein könne, weil sie einer engeren Verbindung der Hochschulwissenschaft mit den Aufgaben und Problemen des praktischen Lebens diene. Mit Rücksicht auf gewisse Nachteile, die diese Tätigkeit mit sich bringen kann, spricht aber der Minister die Erwartung aus, daß die Hochschullehrer bei der Annahme und Ausübung der Gutachtertätigkeit sich Zurückhaltung auferlegen und nur solche Gutachten übernehmen, bei denen es sich um wissenschaftlich bedeutsame Fragen handelt, die ihrer Stellung als akademische Lehrer und Forscher entsprechen.

O. Zimmer †. — Am 8. VI. starb im Alter von 70 Jahren Justizrat Dr. Otto Zimmer, Berlin. Der Verstorbene ist von 1900 bis 1927 als Justitiar der Firmen SSW und S & H tätig gewesen und hat nach seinem Ausscheiden bis zu seinem Tode noch die Notariatsgeschäfte beider Firmen wahrgenommen.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Mitgliedsbeitrag.

Diejenigen persönlichen Mitglieder, die den Beitrag für das 2. Halbjahr 1933 (12 RM) noch nicht entrichtet haben, werden im eigenen Interesse um baldige Zahlung (Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302) gebeten, damit in der Lieferung der ETZ keine Unterbrechung eintritt.

Mitglieder, die Zahlungserleichterung wünschen, wollen sich an die Geschäftstelle Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, wenden.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Die Inhaber von Halbjahres-Gastkarten werden darauf hingewiesen, daß die für das I. Halbjahr 1933 gelösten Gastkarten zum Besuche der vom Elektrotechnischen Verein veranstalteten Vorträge usw. mit Ablauf des 30. Juni 1933 ihre Gültigkeit verlieren. Die Inhaber werden daher gebeten, eine Dauergastkarte für das II. Halbjahr 1933 (vom 1. Juli bis 31. Dezember 1933) zu lösen. Der Preis für die Halbjahreskarte beträgt 4 RM.

Die Einrichtung der Karten ist bestimmt:

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten.

b) für junge Fachgenossen, die sich noch in Anfangsstellungen befinden und die Vorträge zu ihrer Fortbildung besuchen wollen, aber noch nicht in der Lage sind, den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen.

c) für solche Personen, die sich bisher nicht haben entschließen können, dem Elektrotechnischen Verein beizutreten. Der Besuch der Vorträge und der sonstigen Veranstaltungen des Vereins soll diesen Personen auf Grund der Dauerkarten Gelegenheit geben, die Einrichtungen des Elektrotechnischen Vereins, seine vielseitigen Bestrebungen, Anregungen usw. kennen zu lernen. Wir knüpfen daran die Hoffnung, daß die Karteninhaber, wenn sie an den Einrichtungen des Vereins Geschmack finden, später die Mitgliedschaft erwerben.

d) für solche Personen, die dem Elektrotechnischen Verein aus verschiedenen Gründen nicht angehören, aber zu ihrer Weiterbildung usw. den sorgfältig ausgewählten Vorträgen, die möglichst alle Zweige der Elektrotechnik umfassen, Interesse entgegenbringen.

Die Dauerkarten berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während der Gültigkeitsdauer der Karte veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw., ferner zur Benutzung der im Ingenieurhaus, Berlin NW 7, untergebrachten Bibliothek des Elektrotechnischen Vereins sowie auch der Bibliothek des VDI gegen Vorzeigung der Karte. Die Inhaber solcher Karten nehmen teil an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen, z. B. an dem ermäßigten Bezug der Karten zu den verschiedenen Vortragsreihen und der Veröffentlichungen des Elektrotechnischen Vereins.

Die vorteilhafte Einrichtung der Halbjahres-Gastkarten sei daher allen Interessenten empfohlen.

Die Karten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Die Inhaber besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Die Halbjahreskarten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, erhältlich; der Betrag von 4,— RM kann auf unser Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 überwiesen werden.

Elektrotechnischer Verein

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

Digitized by Google

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II.

Die ab 1. Januar 1930 geltenden „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen" sind durch den den Kommissionen für Errichtungsvorschriften I und II zugeordneten Sonderausschuß „Leuchtröhrenanlagen" einer Neubearbeitung unterzogen worden, die der in der Zwischenzeit auf diesem Gebiete besonders stark hervorgetretenen Entwicklung Rechnung trägt. Auch wurden in der Neufassung die erst nach dem 1. Januar 1930 in Aufnahme gelangten ortsveränderlichen Leuchtschilder, Leihbuchstaben und Niederspannungsröhren behandelt.

Der Entwurf 1 dieser Neufassung von

VDE 0128
„Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen"

wird nachstehend veröffentlicht.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. August 1933 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Einführung in die „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen".

Von Dr. W. Starck.

Nach den Grundsätzen für die Ausgestaltung der VDE-Bestimmungen soll der vorliegende Entwurf 1 der Neufassung der „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen" Angaben enthalten, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen. Die überaus schnelle Entwicklung, die die Leuchtröhrenindustrie in den letzten Jahren erfahren hat, hätte eine Neufassung der zur Zeit noch gültigen Regeln VDE 0128 vom 1. Januar 1930 bereits seit langem notwendig gemacht. Man hat indessen noch weitere Erfahrungen sammeln wollen und deshalb erst jetzt mit der Neubearbeitung der „Regeln" begonnen, nachdem ein gewisser Abschluß in der Entwicklung erreicht zu sein scheint. Beim Vergleich der bisherigen Regeln mit dem jetzt vorliegenden Entwurf ergeben sich hauptsächlich die folgenden grundsätzlichen Unterschiede.

In § 2 „Geltungsbereich" ist die untere Spannungsgrenze von 1000 V fortgelassen worden, da man es bei der Neufassung für notwendig erachtet hat, in den Regeln nicht, wie bisher, nur solche Anlagen aufzuführen, die mit einer Spannung von 1000 V und darüber betrieben werden. Neuerdings hat die Grenze zwischen Leuchtröhrenanlagen für Spannungen unter 1000 V und für solche mit Spannungen von 1000 V und darüber an Bedeutung verloren. Das Bestreben der Industrie geht nämlich dahin, Leuchtröhren zu bauen, die möglichst unmittelbar mit der üblichen Lichtnetzspannung von 220 V betrieben werden können. Andererseits erschien aber eine zusammenfassende Bearbeitung des gesamten Gebietes unabhängig von der Spannungsgrenze deswegen zweckmäßig, weil Leuchtröhrenanlagen gegenüber anderen Beleuchtungs- und Lichtreklameanlagen besondere physikalische Eigenschaften aufweisen. Hierbei würde die Beibehaltung der früher vorgesehenen 1000 V-Grenze keine Begründung finden.

In § 4 „Allgemeines" wurde indessen als Grenzspannung die Oberspannung von 6 kV, die der früheren Angabe von 3 kV gegen Erde entspricht, festgelegt. Diese Begrenzung der Leerlaufspannung der Transformatoren auf 6 kV wurde für notwendig erachtet, weil einmal diese Spannung für Edelgasröhrenanlagen im allgemeinen vollständig ausreicht, ferner weil der Bau der Röhren bei höher liegenden Spannungen besondere Verfahren für die Isolierung der Röhren gegen Erde erfordern würde, und schließlich, weil mit zunehmender Spannung die Einhaltung der Abstände innerhalb der Leuchtschilder immer schwieriger wird. Mitbestimmend war auch das Bestreben, eine gewisse Einheitlichkeit der Entwicklung herbeizuführen. Es besteht naturgemäß die Möglichkeit, Leitungsmaterialien für noch höhere Betriebsspannungen und somit weitergehende Beanspruchungen gegen Durchschlag und Ionisierung herzustellen. Zunächst wollte man jedoch weitere Erfahrungen mit der im Entwurf vorgesehenen Grenzspannung von 6 kV abwarten.

Daß für Moorelicht-Anlagen Spannungen von mehr als 6 kV verwendet werden dürfen, steht nicht im Widerspruch mit dem Vorhergesagten, denn Moorelicht-Anlagen nehmen wegen ihrer in vielen Punkten von Edelgasröhren-Anlagen abweichenden Ausführung unter den Leuchtröhrenanlagen eine besondere Stellung ein. Während Edelgasröhren-Anlagen, deren Hauptbestandteile von den Fabriken versand- und montagefertig geliefert, fast von jedem zugelassenen Installateur ausgeführt werden, können Moorelicht-Anlagen, die im allgemeinen an Ort und Stelle unter Anwendung besonderer fabrikationstechnischer Kenntnisse und Einrichtungen zusammengebaut, evakuiert und mit Gas gefüllt werden, nur von auf dem fraglichen Gebiet besonders eingehend geschulten Fachleuten errichtet werden.

In § 5 hat man unter Schutz gegen zufällige Berührung einen besonderen Schutz unmittelbar über den Glaskolben der Elektroden nicht mehr für notwendig erachtet, weil davon ausgegangen werden muß, daß das Öffnen von Elektrodenschutzkästen durch Werkzeug oder durch Schlüssel eine hinreichende Überlegung und Warnung vor Hochspannungsgefahr voraussetzt. Diese Verhältnisse liegen bei den hauptsächlich verwendeten sogenannten Reliefbuchstaben vor, die als Elektrodenschutzkästen ausgebildet sind. Bei besonders großen Schriftzügen, Umrahmungen und ähnlichen Anordnungen von Leuchtröhren, bei denen die Röhren offen, d. h. ohne besondere Unterlage montiert werden und der Teil des Glaskörpers, der die Elektroden enthält, frei verlegt ist, kann ein besonderer Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung nicht entbehrt werden, denn es besteht die Möglichkeit, daß z. B. bei Reparaturen am Gebäude Handwerker (Maler, Maurer usw.), die mit der Leuchtröhrenanlage nichts zu tun haben, mit den Elektrodenklemmen oder blanken Teilen der Leitungszuführung auf der Oberspannungsseite in Berührung kommen können. Eine Berührungsgefahr liegt auch dann vor, wenn der Glaskörper der Elektrode zerbrochen und das Leuchtrohr infolgedessen erloschen ist, weil die Metallteile der Elektroden auch bei unterbrochenem Stromkreis Spannung führend bleiben.

Der Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung im Oberspannungsteil der Leuchtröhrenanlage wird in dem neuen Entwurf grundsätzlich dadurch herbeigeführt, daß alle nicht Spannung führenden Metallteile, die der Berührung zugänglich sind und die im Störungsfalle Spannung annehmen könnten, unter sich leitend verbunden werden. Einer besonderen Erdung im Oberspannungsteil bedarf es dann nicht; auch ist es nicht erforderlich, den Mittelpunkt der Oberspannungswicklung zu erden. Die Erfahrung hatte nämlich gelehrt, daß durch die frühere Vorschrift, den Mittelpunkt der Oberspannungswicklung zu erden, elektrische Erscheinungen besonderer Art, z. B. durch Unsymmetrie in der Stromverteilung, auf der Oberspannungsseite eintreten können, die zu Störungen der Leuchtröhrenanlage führen und Teile derselben, insbesondere die Isolation der Leitungen, unter Umständen gefährdeten. Bei der Durchführung der jetzt vorgesehenen Schutzmaßnahme wird auch bei einer Isolationsstörung, die nur an einer Stelle eine Verbindung der Oberspannungswicklung mit einem Gehäuseteil herstellt, ein Stromfluß nicht zustande kommen können, solange die Oberspannungswicklung im übrigen vom Gehäuse isoliert ist. Bei doppeltem Körperschluß aber verursacht die vorgeschriebene leitende Verbindung aller metallischen Umschließungen einen Kurzschluß auf der Oberspannungsseite, ohne daß dabei eine Gefahr durch zu hohe Berührungsspannung auftritt. Dies wird dadurch erreicht, daß in diesem besonderen Fall der gesamte Oberspannungskreis innerhalb der leitend verbundenen Gehäuseteile verläuft, im Gegensatz zu sonstigen Anlagen mit ähnlich hohen Spannungen, bei denen nicht alle Netzteile metallisch umschlossen sind.

Auf Grund dieser Überlegungen ist auch bei § 6 unter dem Abschnitt „Transformatoren" von der in den bisherigen Regeln enthaltenen Forderung der Mittelpunktserdung der Oberspannungswicklung von Einphasen-Transformatoren abgesehen worden. Man hat vielmehr den Herstellern von Leuchtröhrenanlagen freigestellt, die Mitttelpunktserdung fortzulassen, weil eine Erhöhung der Betriebssicherheit durch die Mittelpunktserdung nicht erzielt wird.

Digitized by Google

Bezüglich § 8 „Leitungen“ ist noch zu erwähnen, daß unter Leuchtröhrenleitungen besonderer Bauart die bereits in der Praxis verwendeten kabelähnlichen Leitungen (Rohrdrähte und Bleimantelleitungen) zu verstehen sind, für deren Aufbau Sondervorschriften in Vorbereitung sind. Diese Sondervorschriften, die außerdem auch auf Gummiaderleitungen ausgedehnt werden sollen, zielen in erster Linie darauf ab, ein Leitungsmaterial zu schaffen, das gegen die bei Leuchtröhrenanlagen besonders störend auftretenden Ozonwirkungen möglichst widerstandsfähig sein soll.

Die Verwendung von Stahlpanzerrohren und Stahlrohren wurde nicht verboten, weil in bestimmten Fällen besonderer Wert auf große mechanische Festigkeit, d. h. besonderen Schutz gegen mechanische Beschädigungen, gelegt wird; anderseits darf nicht verkannt werden, daß der Verwendung von Stahlpanzerrohren oder Stahlrohren Schwierigkeiten wegen der Erfüllung der Schutzmaßnahmen nach § 5, Absatz 4 und 5 entgegenstehen. Die allgemein gehaltenen Fassung des ersten Absatzes von § 8 ist mit Rücksicht auf den Umstand gewählt worden, daß die Entwicklung des Leitungsmaterials für die Oberspannungsseite von Leuchtröhrenanlagen sich noch in vollem Flusse befindet.

Schließlich sind noch die in § 10 aufgeführten ortsveränderlichen Kleinschilder erwähnenswert, die neuerdings für Reklame- und Dekorationszwecke, insbesondere in Schaufenstern und in Verkaufsräumen häufig Verwendung finden. Als obere Grenze für die Leerlaufspannung der Transformatoren werden für derartige Kleinschilder 3 kV bei einer Kurzschlußstromstärke von 50 mA festgesetzt, damit der Charakter der Kleinschilder gewahrt wird und, weil der Anschluß umfangreicher Röhrenanlagen an derartige Geräte unterbleiben soll.

Entwurf 1.

VDE 0128/.....

Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

III. Bestimmungen.

§ 4. Allgemeines.
§ 5. Schutz gegen zufällige Berührung. Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.
§ 6. Transformatoren.
§ 7. Schalt- und Sicherheitseinrichtungen.
§ 8. Leitungen.
§ 9. Leuchtröhrenanlagen in Räumen besonderer Art.
§ 10. Ortsveränderliche Kleinschilder.
§ 11. Niederspannungsröhren.
§ 12. Moorelicht-Anlagen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am ..... in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für Leuchtröhrenanlagen, die mit Wechselspannungen normaler Netzfrequenz betrieben werden.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Unter Leuchtröhrenanlagen sind Beleuchtungs-, Signal- oder Lichtreklame-Anlagen zu verstehen, bei denen der Lichterzeuger ganz oder zum Teil aus elektrischen Gasentladungsröhren besteht.

Unter elektrischen Gasentladungsröhren sind gasgefüllte Glasröhren zu verstehen, die mit Elektroden für den Stromübergang vom Leiter zur Gassäule versehen sind.

III. Bestimmungen.

§ 4.

Allgemeines.

Leuchtröhrenanlagen sollen in Wechselstromnetzen nicht ohne besondere Transformatoren angeschlossen werden, sofern die Röhren mit höheren Spannungen als 250 V gegen Erde betrieben werden. Ausgenommen hiervon sind Leuchtröhrenanlagen, die zur Warnung vor Leitungen, wie Kennfeuer für Flugzeuge, oder zu Signalzwecken dienen.

Bei Leuchtröhrenanlagen mit Edelgasfüllung, wie Neon, Argon oder Helium oder deren Gemische, soll die Leerlaufspannung der Transformatoren 6000 V nicht übersteigen. Unter Leerlaufspannung des Transformators wird der Effektivwert bei 50 Per/s verstanden, entsprechend einer Scheitelspannung von 8400 V. Für Füllungen mit anderen Gasen, wie Stickstoff, Kohlensäure oder Wasserstoff, gilt diese Spannungsgrenze nicht.

§ 5.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Elektrodenschutzkästen dürfen nur durch Werkzeug oder einen Bartschlüssel geöffnet werden können.

Transformatoren, Drosselspulen und Ohmsche Widerstände sollen in ausreichend gelüftete Metallschutzkästen eingeschlossen werden. Öffnungen zum Transformationsgerät sollen zwangsläufig nur nach Abtrennung des Unterspannungsstromkreises freigelegt werden können. Die Kästen sind mit einem gut sichtbaren Warnungsschild zu versehen. Die zwangsläufige Abtrennung des Unterspannungsstromkreises kann bei kleinen (Einbau-) Transformatoren unterbleiben. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß an jeden Transformator nur ein Rohrsystem angeschlossen ist, daß die Elektroden dieses Systemes mit dem Transformator in einem gemeinsamen, nur durch Werkzeug zu öffnenden Schutzgehäuse untergebracht sind und, daß die Anlage der Allgemeinheit nicht ohne weiteres zugänglich ist.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Ein besonderer Schutz gegen Berührung der leuchtenden Glasröhren ist nicht erforderlich. Der Teil des Glaskörpers, der die Elektroden enthält, und seine Anschlüsse sollen jedoch gegen zufällige Berührung geschützt sein.

Sind die Metallteile einer Leuchtröhrenanlage untereinander nicht ausreichend leitend verbunden, so sind besondere Verbindungen herzustellen (siehe Abs. 7). Die Metallteile sind daher mit Anschlußschrauben zu versehen.

Ist das Transformationsgerät örtlich getrennt von den Leuchtröhren aufgestellt, so daß zwischen dem Elektrodenschutzkasten und dem Metallschutzkasten des Transformators keine leitende Verbindung besteht, so ist der Transformatoren-Schutzkasten durch eine besondere Schutzleitung mit den Schutzkästen der Leuchtbuchstaben zu verbinden. An diese Verbindung sind auch die anderen metallenen Gehäuse des Oberspannungsstromkreises anzuschließen. Wird ein Punkt des Oberspannungsstromkreises geerdet, so ist auch dieser Punkt mit der besonderen Schutzleitung leitend zu verbinden.

Handelt es sich um Anlagen im Freien oder in Räumen, in denen im Sinne von VDE 0100/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.“, § 3, die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung vorliegt, so sind die hier angeführten Schutzmaßnahmen zu beachten.

Dieser Schutz ist lediglich mit Rücksicht auf Fehler, die im Unterspannungsteil der Anlage auftreten können, erforderlich. Einer Gefährdung durch zu hohe Berührungsspannung infolge von Isolationsfehlern im Oberspannungsteil der Anlage wird durch den Anschluß aller Schutzkästen an die gemeinsame Schutzleitung begegnet.

Für die Bemessung der Schutzleitung ist VDE 0140/1932 „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1.“, § 18 maßgebend. Werden gemäß Abs. 4 und 5 besondere Verbindungen zwischen den Metallschutzhüllen hergestellt, so sollen diese Schutzleitungen bei offener Verlegung in Fällen besonderer mechanischer Beschädigung einen Kupferquerschnitt von mindestens 16 mm² haben.

§ 6.

Transformatoren, Drosselspulen und Widerstände.

Transformatoren für Leuchtröhrenanlagen sind VDE 0532 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.“ unterworfen, soweit nicht nachstehend andere Bestimmungen getroffen sind.

Spartransformatoren sind nicht zulässig.

Die Wicklungsprobe wird auf Prüfung der Unterspannungswicklung gegen Oberspannungswicklung und Eisenkern bzw. Gehäuse beschränkt (Prüfspannung 2,5 kV);

[1] Angenommen durch ..... 19...

Digitized by Google

die Sprungwellenprobe fällt fort;
die Durchführungsisolatoren sind mit der doppelten Leerlaufspannung zu prüfen, von VDE 0532/1930 kommt § 27 b) nicht zur Anwendung;
das Leistungsschild muß enthalten:
Leistung in kVA, Frequenz,
Unter- und Oberspannung bei Leerlauf,
Strom auf der Unterspannungsseite bei voller Belastung des Transformators.

Werden bei dauernd kurzgeschlossenen Sekundärklemmen des Transformators die Grenztemperaturen nach VDE 0532/1930, § 42 überschritten, so soll ein Übertemperaturschutz eingebaut sein. Die Temperaturmessung erfolgt nach den Bestimmungen in VDE 0532.

Die höchste Leerlaufspannung darf nach § 4 6000 V nicht überschreiten. Zur Messung der Leerlaufspannung sollen statische Spannungsmesser oder ähnliche Meßgeräte ohne Eigenverbrauch benutzt werden. Durch Anzapfungen an der Unterspannungswicklung des Transformators soll die Leerlaufspannung von 6000 V um nicht mehr als 10 % überschritten werden.

Bei den in dem Oberspannungskreis eingebauten Drosselspulen wird die Windungsprobe durch Anlegen einer Spannung vom 1,5-fachen Betrage der Leerlaufspannung des zugehörenden Transformators ausgeführt.

Bei im Oberspannungskreis liegenden Drosselspulen und Ohmschen Beruhigungswiderständen ist die Wicklungsprobe nach VDE 0532, jedoch mit einer Prüfspannung vom doppelten Betrage der Leerlaufspannung des zugehörenden Transformators auszuführen.

Bei Einphasen-Transformatoren gelten bezüglich der Oberspannungswicklungen folgende Bestimmungen:

a) Leerlaufspannungen bis 3000 V.
Die Oberspannungswicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse,
2. einpolig mit dem Gehäuse verbunden oder
3. in ihrem Mittelpunkt mit dem Gehäuse verbunden ausgeführt sein.

b) Leerlaufspannung von 3000 ··· 6000 V.
Die Oberspannungswicklung kann
1. ohne Verbindung mit dem Gehäuse oder
2. in ihrem Mittelpunkt mit dem Gehäuse verbunden ausgeführt sein. Einpolige Verbindung mit dem Gehäuse ist in diesem Falle unzulässig.

Leistungsschilder auf Transformatoren und Drosselspulen sollen so angebracht sein, daß sie nach Öffnen des Schutzkastens möglichst bequem abgelesen werden können.

Transformatoren sollen leicht zugänglich und so aufgestellt werden, daß sie möglichst ohne besondere Hilfsmittel (Leitern) erreichbar sind und, daß die Oberspannungsleitungen zur Leuchtröhrenanlage kurz sind.

§ 7.
Schalt- und Sicherheitseinrichtungen.

Das Ein- und Ausschalten der Leuchtröhrenanlage soll auf der Unterspannungsseite mit erkennbarer Schaltstellung erfolgen.

Schalteinrichtungen sind auf der Oberspannungsseite nur zulässig, wenn die Schaltung zwangsläufig nur in stromlosem Zustand des zu schaltenden Stromkreises erfolgen kann.

Leuchtröhrenanlagen sollen durch besondere Stromsicherungen (Schmelzsicherungen oder I. S.-Schalter) geschützt sein. Schalter und Stromsicherungen auf der Unterspannungsseite sollen als zur Leuchtröhrenanlage gehörend in haltbarer Weise gekennzeichnet und außerhalb der Transformatoren-Schutzkästen, möglichst aber in ihrer Nähe angeordnet sein.

Werden weitere Stromsicherungen für die einzelnen Transformatoren einer Anlage angebracht, so dürfen die hierfür erforderlichen Sicherungselemente innerhalb des Transformatoren-Schutzkastens untergebracht werden. Die Anordnung der Sicherungselemente innerhalb der Transformatoren-Schutzkästen soll übersichtlich und so erfolgen, daß ihre Bedienung leicht möglich ist.

§ 8.
Leitungen.

Für die Oberspannungsseite sind Bleikabel, Gummiaderleitungen für die entsprechenden Spannungen[2] oder Leuchtröhrenleitungen besonderer Bauart[2] zu verwenden.

[2] Bestimmungen für Aufbau und Prüfung dieser Leitungen sind in Vorbereitung.

Die Gummiaderleitungen sollen in einem Metallgehäuse verlaufen oder in Stahlpanzerrohren oder Stahlrohren verlegt werden. Diese Metallgehäuse oder Rohre sollen Schutzmaßnahmen nach § 5, Abs. 4 und 5 erhalten.

Für die Auswahl der Leitungen ist die Leerlaufspannung des Transformators, nicht die Spannung gegen Erde maßgebend.

Im Inneren geschlossener Leuchtschilder sind blanke Leitungen auf zuverlässigen Isolierkörpern zulässig.

Die Abstände zwischen Spannung führenden Leitungen gegeneinander und gegen nicht Spannung führende Metallteile sollen bis zu einer Leerlaufspannung von 6000 V mindestens 20 mm betragen, falls nicht besondere Maßnahmen zur Isolierung angewendet sind.

§ 9.
Leuchtröhrenanlagen in Räumen besonderer Art.

Unabhängig von den in VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2.“, §§ 23, 24, 27 und 30 gegebenen Bestimmungen sind Leuchtröhrenanlagen nach den vorstehenden Regeln zulässig.

§ 10.
Ortsveränderliche Kleinschilder.

Unter ortsveränderlichen Kleinschildern sind alle Arten von Reklameschildern und Dekorationsleuchten zu verstehen, die mit Hilfe von Schnur und Stecker an das Netz angeschlossen werden und, bei denen das Transformationsgerät und die Elektroden der Leuchtröhren in einem gemeinsamen Schutzgehäuse aus Metall oder Isolierstoff untergebracht sind. Derartige Schutzgehäuse aus Metall, die alle Teile des Oberspannungskreises umschließen, bedürfen gemäß § 5 keiner weiteren Schutzeinrichtung. Handelt es sich aber um Räume, in denen die Möglichkeit einer besonderen Gefährdung gemäß VDE 0100/1930, § 3 vorliegt, so soll für die Durchführung der notwendigen Schutzmaßnahmen am Kleinschild die erforderliche Anschlußstelle fabrikmäßig angebracht sein [Erdungsschraube, Gerätesteckvorrichtung mit Schutzkontakt oder dgl., siehe VDE 0100/1930, § 3 e)].

Eine Öffnung des Schutzkastens soll nur nach zwangsläufiger Trennung des Unterspannungsstromkreises möglich sein.

Abweichend von § 4 dürfen für ortsveränderliche Kleinschilder nur Transformatoren Verwendung finden, deren Leerlaufspannung (siehe § 4) 3000 V und deren Kurzschlußstrom 50 mA nicht überschreitet.

Kein Punkt der Oberspannungswicklung darf entgegen § 6 mit dem Transformatorkern oder dem Schutzgehäuse in leitender Verbindung stehen; der Transformatorkern soll gegen das Schutzgehäuse isoliert sein.

Die Einführungsöffnungen für die Leuchtröhren sollen so ausgebildet sein, daß Spannung führende Teile gegen zufällige Berührung geschützt sind.

Kleinschilder sollen äußerlich ein Leistungsschild mit den in § 6 vorgeschriebenen Angaben tragen.

§ 11.
Niederspannungsröhren.

Als Niederspannungsröhren gelten Leuchtröhren, die mit Spannungen bis 250 V gegen Erde betrieben werden; sie unterliegen VDE 0100.

Zur Einleitung des Zündvorganges ist es gestattet, Hilfsgeräte, wie Induktoren oder Resonanzkreise, zu verwenden, die vorübergehend eine höhere Spannung als 250 V gegen Erde erzeugen.

Eine elektrische Trennung derartiger Anlagen vom Netz gemäß § 4 ist nicht erforderlich.

§ 12.
Moorelicht-Anlagen.

Unter Moorelicht-Anlagen sind Leuchtröhrenanlagen mit Gasentladungsröhren zu verstehen, deren Füllung überwiegend aus unedlen Gasen, wie Stickstoff, Kohlensäure oder Wasserstoff, besteht. Derartige Anlagen werden im allgemeinen an Ort und Stelle unter Anwendung besonderer fabrikationstechnischer Kenntnisse und Einrichtungen zusammengebaut, evakuiert und mit der Gasfüllung versehen. Bezüglich der Spannungsgrenze gilt § 4.

Abweichend von § 6 darf kein Punkt der Oberspannungswicklung des Transformators mit der Erde in leitender Verbindung stehen.

Digitized by Google

Die zur Einregelung der Stromstärke benötigten Widerstände oder Drosselspulen dürfen nur unterspannungsseitig eingebaut werden.

Die Elektroden, Gaserzeuger, Ventile und der Transformator sollen in Schutzgehäusen untergebracht sein. Im übrigen sind die unter §§ 5 und 6 angeführten Schutzmaßnahmen zu beachten.

Zur Verhinderung kapazitiver Ableitungen gegen Erde soll die Halterung der Röhren unter Verwendung einer isolierenden Zwischenschicht erfolgen.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Düsseldorf. Der in H. 24 der ETZ auf S. 594 angekündigte Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Mörtzsch „Fortschritte auf dem Gebiet der Elektrowärme, eine Vorschau auf die Elektrowärme-Ausstellung in Essen" ist auf den 27. VI. verlegt worden.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik e. V., Berlin. 23. VI. 1933: Dampferausflug mit Damen nach Ferch, Haus Amsee. Treffpunkt 2¾ h in Wannsee, Dampferanlegestelle „Stern" am Bahnhof. Teilnehmerkarte 2 RM.

LITERATUR.

Besprechungen.

Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebspannungen unter 1000 V. Herausg. v. Dr. C. L. Weber †. I. A. d. Verbandes Deutscher Elektrotechniker nach dem Stande v. 1. I. 1933 neubearb. v. R. Zaudy. 18. Aufl. Mit VII u. 141 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis 6 RM.

Die Neuauflage der Erläuterungen zu den Errichtungsvorschriften (V.E.S. 1) bringt zahlreiche Änderungen und Ergänzungen, die teils, um bei der Auslegung der Vorschriften entstandene Zweifel zu beheben, erforderlich geworden waren, die sich aber teils auch zur Anpassung der Auslegung der Vorschriften an die Erfahrungen der Praxis und die technische Entwicklung als notwendig erwiesen hatten. Zugleich sind die Erläuterungen auf den neuesten Stand des übrigen VDE-Vorschriftenwerkes gebracht, das seit der 17. Auflage der Erläuterungen wichtige Ergänzungen erfahren hat, von denen die Leitsätze für Schutzmaßnahmen (L.E.S. 1/1932), die dem Buch nunmehr in ihrem vollen Wortlaut angefügt worden sind, sowie die Betriebsvorschriften, insbesondere deren in den V.B.S. 1/1932 neugefaßter § 2 a, hervorzuheben sind. Schließlich sind auch gewisse neue behördliche Verfügungen berücksichtigt worden, die die elektrische Installation von feuergefährdeten bzw. explosionsgefährdeten Betriebstätten und Lagerräumen betreffen. Über den Gesamtumfang der Neuerungen läßt sich hier nur soviel andeuten, daß bei fast der Hälfte aller Paragraphen der V.E.S. 1 die Erläuterungen mehr oder weniger umfangreiche Änderungen oder Ergänzungen erfahren haben. Dieser Hinweis dürfte aber schon genügen, um die Bedeutung, die der Neuauflage zukommt, ermessen und das große Maß von Arbeit abschätzen zu können, das der Kommentator auf diese Überholung hat verwenden müssen. Die interessierten Fachkreise werden ihm für die sorgfältige Erledigung dieser ebenso schwierigen wie verantwortungsvollen Aufgabe dankbar sein.

W. Zimmermann.

Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt. Im Auftrage d. Dt. Versuchsanstalt f. Luftfahrt herausg. v. Prof. Dr. H. Faßbender. Mit 475 Textabb. u. 48 Tab., XII u. 577 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 68 RM.

Das vorliegende Buch behandelt in 23 Kapiteln das gesamte Funkwesen, soweit es mit der Luftfahrt zusammenhängt. Da, wie der Herausgeber im Vorwort betont, fast alle Gebiete der Hochfrequenztechnik Beziehungen zur Luftfahrt besitzen, ist das Buch in vieler Beziehung als allgemeines Werk über Hochfrequenztechnik zu betrachten, wenn auch stets — besonders in praktischer Beziehung — anderes hinter dem für die Luftfahrt wesentlichen zurücktritt. Besonders gilt diese allgemeine Bedeutung für die Kapitel über die Ausbreitung der langen und kurzen Wellen, über Schwunderscheinungen und über die Peilung (5 Kapitel: Fremdpeilung, Eigenpeilung, Mischpeilung, Funkfehlweisung, Methoden der Funkortung). Aber auch bei zahlreichen spezieller auf die Beziehung zur Luftfahrt zugeschnittenen Kapiteln, wie: Langwellenantennen, Kurzwellenantennen, sehr kurze Wellen, Grundsätzliches über Sendung und Empfang, Messungen an Geräten, sind zahlreiche Fragen von allgemeiner Bedeutung bearbeitet. Erst ein zweiter und dritter Abschnitt, die zusammen nur etwa ein Fünftel des ganzen Buches einnehmen, beschäftigen sich mit Beschreibungen der heute üblichen Geräte (4 Kapitel) und mit den Fragen des Flugfunkbetriebes (2 Kapitel). Alle Kapitel sind durch Literaturverzeichnisse ergänzt, die die Literatur bis 1931 berücksichtigen.

Für die Darstellung einer noch in so lebhafter Entwicklung begriffenen Technik war eine große Zahl von Bearbeitern wünschenswert, um einen gleichmäßig modernen, zeitlichen Stand aller Abschnitte zu erreichen. Hierdurch hätte leicht eine Ungleichmäßigkeit in der Bearbeitung der einzelnen Gebiete entstehen können. Hier kam es dem Herausgeber zugute, daß fast alle Bearbeiter mit ihm in der DVL., Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen, zusammengefaßt sind und dadurch stets in engerem Kontakt standen, als das sonst der Fall zu sein pflegt. Daß aber über diesen Kontakt hinaus die Bearbeitung bis in die Darstellung hinein so gleichmäßig ausgefallen ist, ist ein doppeltes Verdienst des Herausgebers, der seine Mitarbeiter nicht nur für das vorliegende Werk zusammenzufassen verstand, sondern seinen Stab schon in langjähriger Arbeit zu dieser Gleichartigkeit der Arbeitsweise erzogen hatte, die die Faßbendersche Schule repräsentiert.

W. Runge.

Principles of Electricity. Von Prof. Dr. L. Page und Prof. Dr. N. I. Adams. Mit 319 Abb. i. Text, XII u. 620 S. in 8°. Verlag D. van Nostrand Company, Inc., New York 1931. Preis geb. 4,25 $.

Das vorliegende Lehrbuch der theoretischen Elektrizitätslehre will nach dem Vorwort teils einen Leitfaden für die elementare Unterrichtstufe, teils anschließend eine Einführung in die Behandlung der wichtigsten Gebiete des Elektromagnetismus entsprechend der höheren Unterrichtstufe bieten. Den elementaren, die Grundlagen behandelnden Teil bringen die ersten 12 Kapital mit Ausnahme des dritten über die Lösung elektrostatischer Probleme, während die weiteren 5 Kapitel die eingehenderen Berechnungen der Wechselstromerscheinungen und deren Messung, gekuppelte Schwingungskreise, Kettenleiter und Leitungen, die elektromagnetischen Wellen und Hochfrequenzschwingungen bringen. Der Umfang des Werks entspricht somit etwa dem Unterrichtsgebiet an unseren Technischen Hochschulen. Die Darstellung ist folgerichtig aufgebaut und mathematisch sauber. Sie legt weniger Gewicht auf die technischen Anwendungen als auf die Erziehung zu klaren Grundbegriffen. Den Messungen ist durchwegs ein breiter Raum gewidmet, die Theorie der elektromagnetischen Wellen und der Hochfrequenz sind ausführlich behandelt. Die Berechnung der Stromverdrängung im letzten Kapitel erscheint allerdings etwas dürftig. Der deutsche Leser wird unter den zahlreichen Brückenschaltungen im 14. Kapitel die Scheringsche Brücke vermissen. Alles in allem indes ein zeitgemäßes Lehrbuch, das auch unsere Studierenden mit Nutzen verwenden können.

Fraenckel.

Theorie und Anwendung der unendlichen Reihen. Von Prof. Dr. K. Knopp. (Die Grundlehren der mathem. Wissenschaften, herausg. v. R. Courant, Bd. 2) 3. verm. u. verb. Aufl. Mit 14 Textfig., XII u. 582 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 38 RM, geb. 39,60 RM.

Wenn ein Werk über ein an sich so abstraktes und umfangreiches rein mathematisches Gebiet, wie die unendlichen Reihen, in dem verhältnismäßig kleinen Zeitraum von zehn Jahren in dritter Auflage erscheinen konnte — ganz abgesehen von der inzwischen erfolgten englischen Ausgabe —, so ist dies ein Beweis für seine Güte, seine vortreffliche und zuverlässige Darstellung und die Vielseitigkeit seines Inhaltes. Die neue Auflage ist gegenüber den früheren um ein wichtiges Kapitel vermehrt worden, das der Eulerschen Summenformel und den semikonvergenten oder asymptotischen Reihenentwicklun-

Digitized by Google

gen gewidmet ist. Bekanntlich nennt man nach H. Poincaré eine Reihe von der Form

$$a_0 + a_1 x^{-1} + a_2 x^{-2} + \ldots$$

eine asymptotische Entwicklung einer Funktion $f(x)$, wenn

$$\lim_{x \to \infty} (f(x) - (a_0 + a_1 x^{-1} + a_2 x^{-2} + \ldots + a_\lambda x^{-n}) x^n = 0$$

ist. Die praktische Brauchbarkeit solcher Entwicklungen für große Werte von x ist schon seit langer Zeit erprobt, hauptsächlich in der Astronomie, aber auch in vielen theoretisch-physikalischen Untersuchungen. In der Statistik spielen die damit verwandten Summierungsverfahren eine große Rolle. Das neu hinzugekommene Kapitel gibt über diese wichtigen Fragen in ziemlich vollständiger Weise und in äußerst klarer und zuverlässiger Form alles, was man zu wissen wünscht.

Es bedarf kaum eines Wortes, daß die neue Auflage des trefflichen Werkes angelegentlichst zu empfehlen ist.

R. Rothe.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Finter, Die wirtschaftlich-technische Veränderung der Produktions- und Absatzbedingungen in der Gas- und Elektrizitätswirtschaft, dargestellt an typischen Beispielen. T. H. Karlsruhe 1931.

Alfred Allerding, Zusammenfassende Darstellung der theoretischen und praktischen Grundlagen des Röhrenvoltmeters. T. H. Karlsruhe 1931.

Hanns Böllinger, Laufschaufelregulierung bei Radialrädern. T. H. Karlsruhe 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektroeinfuhr Britisch-Indiens 1930/31 und 1931/32[1]. — Im Finanzjahr 1931/32[2], über dessen Handelsentwicklung kürzlich ausführliche Angaben veröffentlicht wurden, lag in indischer Währung der Wert der elektrotechnischen Einfuhr 20 % unter den Ergebnissen der letzten Jahre. Wenn wir außerdem berücksichtigen, daß der Kurs der indischen Währung 1931/32 im Durchschnitt um 12,9 % niedriger lag als im Vorjahre[1] und die Ziffern in deutsche Währung umrechnen, so ergibt sich für das Jahr 1931/32 gegenüber dem Vorjahre ein Rückgang der gesamten elektrotechnischen Einfuhr (ohne Glühlampen) von 78,14 auf 57,89 Mill RM oder um 25,9 %.

1931/32 entfiel wie im Vorjahre von der Einfuhr elektrischer Geräte und Einrichtungen der Hauptteil (51,7 %) auf Großbritannien. Bei der Einfuhr elektrischer Maschinen konnten verschiedene Länder, insbesondere die V. S. Amerika, teilweise auch Deutschland, ihren Anteil an der Belieferung Indiens auf Kosten des britischen Anteils steigern.

Soweit Vergleichsziffern mit dem Finanzjahr 1930/31 vorliegen, sind die Einfuhrwerte in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Aus Zahlentafel 1 ergibt sich, daß lediglich bei Glühlampen und bei Turbogeneratoren Einfuhrsteigerungen eingetreten sind. Im übrigen ist die indische Einfuhr aus Deutschland bei einer Reihe elektrotechnischer Erzeugnisse gestiegen, so bei Ventilatoren, Drähten und Kabeln, Glühlampen, Generatoren, Dynamos und Motoren. Bei der Einfuhr aus den V. S. Amerika erhöhten sich die Werte für Glühlampen, Generatoren und andere elektrische Maschinen.

Außer den in der Zahlentafel 1 genannten elektrotechnischen Erzeugnissen wurde von Britisch-Indien 1931/32 eingeführt: gasgefüllte Glühlampen für 2,08, Vakuumglühlampen für 2,14, kleine Glühlampen für Kraftwagen, Radioröhren usw. für insgesamt 0,50 Mill RM.

Ohne Berücksichtigung der Glühlampen, deren Einfuhrentwicklung infolge veränderter statistischer Erfassung nicht feststellbar ist, ergeben sich in Zahlentafel 2 für die letzten Jahre folgende Gesamtziffern der indischen Elektroeinfuhr.

Zahlentafel 2. Elektroeinfuhr Britisch-Indiens (in Mill RM).

Jahr	elektrische Maschinen	elektrische Geräte und Einrichtungen
1929/30	36,30	54,62
1930/31	30,16	46,98
1931/32	28,50	29,39

Zahlentafel 1. Elektrotechnische Einfuhr Britisch-Indiens nach Warengruppen und Ländern (in Mill RM).

Erzeugnisgruppe	Einfuhrwert insgesamt		Von der Gesamteinfuhr entfallen auf: Großbritannien		Andere wichtige Länder*	
	1930/31	1931/32	1930/31	1931/32	1930/31	1931/32
Ventilatoren	3,90	2,57	2,18	1,38	D 0,45 It 1,03	0,55 0,54
Drähte und Kabel (isoliert)	12,21	6,52	10,02	4,94	D 0,89	1,01
Schwachstromdrähte und -kabel	0,44	0,13	0,24	0,07	J —	0,04
Elektrolytkupferdraht	3,30	1,29	2,28	0,70	D 0,39 U 0,11	0,30 0,14
Telegraphen- und Fernsprechgeräte	0,76	0,69	0,65	0,57	— —	—
Meßgeräte	1,09	0,86	0,68	0,43	D 0,41	0,26
Installationsmaterial	1,42	1,04	0,79	0,49	D 0,33	0,32
and. Apparate u. Instrumente, außer Telegraphen- und Fernsprechgeräten	0,42	0,26	1,82	0,92	— —	—
Glühlampen (außer gasgefüllten u. Vakuumlampen)	0,14	0,71	0,05	0,08	D 0,30 U 0,01	0,66 0,22
Beleuchtungszubehör	3,74	1,62	0,21	0,09	D 1,44 U 1,24	0,57 0,59
Batterien	1,94	1,48	0,35	0,26	D 0,41 U 1,13	0,20 0,95
Akkumulatoren u. -teile	2,78	1,12	1,76	0,82	B 0,57	0,16
elektromedizinische Geräte	0,47	0,36	0,06	0,09	D 0,11 U 0,20	0,11 0,11
Schalttafeln (außer für Telephonie u. Telegraphie)	0,48	0,36	0,47	0,32	— —	—
nicht naher bezeichnete elektrische Geräte	8,47	5,26	4,49	2,82	D 1,21 U 2,01	0,71 1,29
Kontroll- u. Schaltgeräte	6,93	4,65	5,85	3,94	D 0,79	0,26
Generatoren, Dynamos	6,35	6,06	5,76	4,60	SW 0,01 D 0,26 U 0,18	0,21 0,41 0,67
Motoren	6,69	3,94	5,28	2,98	D — U 0,70	0,34 0,32
Transformatoren	2,47	1,49	1,71	0,92	U 0,38	0,34
Turbogeneratoren	0,48	0,58	0,36	0,34	— —	—
andere elektrische Maschinen	13,27	11,77	8,53	6,99	C 0,07 D 1,48 B 0,39 U 2,39	0,14 0,76 0,37 3,20

* D Deutschland, B Belgien, C Kanada, It Italien, J Japan, SW Schweden, U V. S. Amerika.

erheblich unter den in den Vorjahren erzielten Ergebnissen. So belief sich der Wert der Einfuhr elektrischer Geräte und Einrichtungen nur auf 22,30 Mill Rupien gegenüber 31,05 i. V.; dies ist die niedrigste Einfuhr dieser Erzeugnisgruppe seit 1924/25. Anderseits lag der Einfuhrwert für elektrische Maschinen (21,63 Mill Rp gegenüber 23,90 i. V.) nur um 10 bis

(Electr. Rev. Bd. 108, S. 1109, Bd. 112, S. 675.) *A. Fr.*

[1] 1 RM 1930/31 = 0,661 Rp; 1 RM 1931/32 = 0,758 Rp.

Abschluß des Heftes: 16. Juni 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

[1] ETZ 1932, S. 640.
[2] Abgeschlossen am 31. März 1932.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

SCHALTUHREN.

Mitteilung der AEG.

Die weitere Durchbildung der Synchron-Schaltuhren für frequenzgeregelte Wechselstromnetze, die bisher nur für die Stromstärken von 10 bis 15 A hergestellt wurden, führte zu einer neuen Synchronschaltuhr S 30 für Schaltleistungen bis 30 A, 380 V (Abb. 1).

Der Antrieb der Zeitscheibe und des Schalters erfolgt durch einen einzigen Synchronmotor, was kennzeichnend für die Stärke und Güte des AEG-Synchronmotors ist. Die auf der 24-Stunden-Scheibe angeordneten und einstellbaren Schaltreiter wirken mittels eines unter Federspannung stehenden Schalthebels auf eine Schaltwalze, deren aus Isolierstoff hergestellte Nockenscheiben die Schaltkontakte aus kräftigen Silberklötzen durch Momentschaltung ein- bzw. ausschalten. Die Schaltuhren können mit einem Tarifkontakt, der auch nachträglich eingebaut werden kann, versehen werden. Die Uhren werden ein-, zwei- und dreipolig, auch für Umschaltung und andere Schaltungen, geliefert. Bei mehrpoliger Ausführung sind die einzelnen Phasen durch besondere Funkenstege voneinander getrennt.

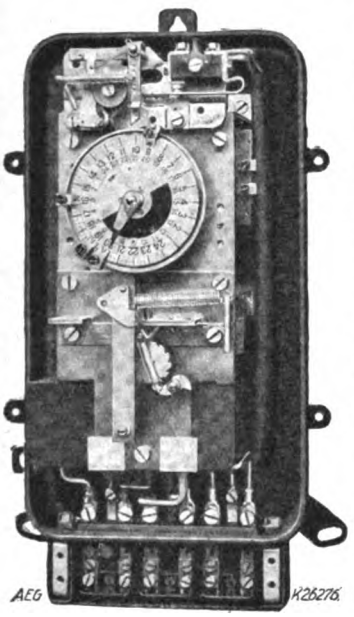


Abb. 1. Schaltuhr Form S 30 mit Tarifkontakt, offen.

Uhrwerk und Schalteinrichtung befinden sich in einem staubdichten Metallgehäuse; Gehäuse und Anschlußklemme sind plombierbar. Der Stromschalter der Schaltuhr kann je Stromkreis mit 30 A, 380 V belastet werden, der Tarifschalter mit 10 A, 220 V.

Die Nachfrage nach einer geeigneten Schaltuhr für nicht frequenzgeregelte Netze hat die AEG veranlaßt, eine Bauart zu schaffen, die in den Typen Sch 10/..e und Sch 15/..e (Abb. 2) zur Durchführung gelangt ist. Diese Schaltuhr hat einen Ferrarismotor, dessen Spannungspule dauernd, also ohne jede Kontakteinrichtung, am Netz liegt; Rundfunkstörungen sind somit ausgeschlossen. Der Ferrarismotor hat eine außerordentlich gut durchgebildete Lagerkonstruktion; er zieht ein Uhrwerk auf, dessen Ablauf durch ein Anker-Echappement mit großer Genauigkeit geregelt wird. Der von der Frequenz und Spannungschwankungen unabhängige Motor nimmt noch nicht 2 W auf. Der große Vorteil dieser Uhr besteht darin, daß das Federwerk nicht zum Stillstand kommt, sondern dauernd läuft und in gewissen Zwischenräumen von dem Motor wieder nachgezogen wird. Es tritt also ein dauerndes Spiel zwischen Federwerk und Motor ein, und zwar wird das Federwerk aufgezogen, wenn seine Kraft kleiner ist als die des Motors; umgekehrt aber bleibt der Motor stehen, wenn seine Kraft der Federkraft des Uhrwerkes das Gleichgewicht hält, ein Vorgang, der sich etwa alle 2 bis 3 h wiederholt. Bei Ausbleiben der Spannung hat das Federwerk noch eine Gangreserve von etwa 36 h, die dann den Antrieb der Schaltscheibe übernimmt. Der Motor und das Uhrwerk besitzen ein staubdicht abschließendes Gehäuse; das Echappement ist durch eine besondere Abdeckung mit durchsichtigem Zellonfenster vor Berührung und Verstaubung geschützt. Die Schaltreiter sind durch ein in der Kappe der Schaltuhr nach oben aufklappbares Verschlußfenster mit Glasscheibe gut zugänglich. Verschlußfenster sowie Gehäuse und Anschlußklemme sind plombierbar. Die Schalteinrichtung selbst besteht aus dem neuen, durchweg verbesserten und sehr kräftigen Schalter mit Kontakten aus Silber. Die Schaltuhren werden ein-, zwei- und dreipolig sowie für Um-, Zu- oder Abschaltung eines Stromkreises geliefert, auf Wunsch auch mit Tarifkontakt zur Steuerung des Tarifrelais von Elektrizitätszählern oder mit einer Einrichtung zur astronomischen Verstellung der Schaltzeiten. Die Schaltuhren werden in Metallgehäuse, auf Wunsch auch in Gußgehäuse, geliefert. Die Schaltuhren sind für folgende Belastungen geeignet:

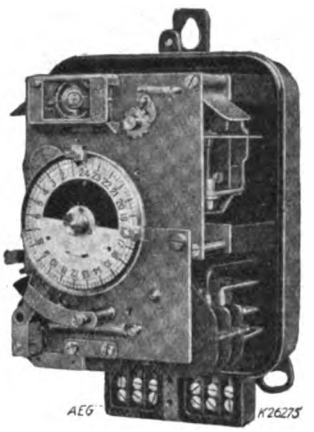


Abb 2. Schaltuhr Form Sch 10/ . . e, offen.

	Sch 10/e	Sch 15/e
Lampen:		
bei 220 V Wechselstrom je Stromkreis mit	max. 10 A	max. 15 A
Warmwasserspeicher usw.:		
bei 380 V Wechselstrom je Stromkreis mit	max. 10 A	max. 15 A
Motoren:		
bei 220 V Drehstrom	bis 1,5 PS	bis 2,5 PS
bei 380 V Drehstrom	bis 3 PS	bis 5 PS.

Zum Schluß sei noch auf eine kleine AEG-Schaltuhr Sch 6 (Abb. 3) hingewiesen, die infolge ihrer praktischen Verwendungsmöglichkeiten und ihres niedrigen Preises immer größere Verbreitung findet. Die Schaltuhr ist baulich wesentlich verbessert worden, und zwar durch ein aufklappbares Fenster im Gehäusedeckel für bequeme Verstellung der Schaltreiter ohne Öffnen der Uhr, durch eine im Innern angebrachte Isolierplatte, welche die stromführenden Teile gegen Berührung abdeckt, durch eine nach außen durchgeführte Anschlußklemme, die einen bequemen Anschluß der Schalter von außen ermöglicht, und durch eine erhöhte Gangdauer von 72 Stunden, die eine automatische Betätigung der Schaltvorgänge über drei Tage, also auch über mehrere aufeinanderfolgende Feiertage, ermöglicht. Die Schaltuhr hat ein staubdichtes Metallgehäuse und kann plombiert werden. Ihre Leistung beträgt maximal 6 A bei 250 V Wechselstrom, bzw. maximal 4 A bei 250 V Gleichstrom.

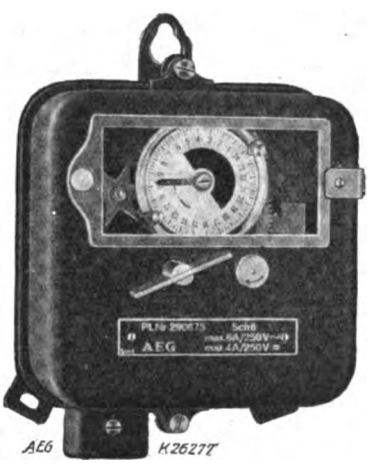


Abb. 3. Schaltuhr Form Sch 6, geschlossen.

Digitized by Google

Ingenieur selbst. Bearb. mod. Zentr., Starkstr., Hochsp., Schalt-, Kabel- und Leitgsanlg., Gleichr., u. drahtl. Telegr., wirtschaftl. Berechg., gew. i. Verk. u. Verhdlg. m. Behörd. u. Großfirm., N.S., 29 J., initiativ. s. verantw. Wirkungskreis, auch m. evtl. kaufm. Aufgb. Zuschr. u. **E. 3444** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Dipl.-Ing.

31 J., led., Führerschein 1 u. 3, 4 J. Praxis b. Großfirma, 1½ J. Assistent an TH., 1 J. Ausland, selbst. Stellgen., bisher. Tätigkeit: Schwach- u. Starkstromkabel, Labor., Prüffeld, Betrieb, Organisation, Projekt. u. Einrichtung v. Prüfanlagen, sucht Stellung im In- oder Ausland. Angeb. unter **E. 3443** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Dipl.-Ing.

Elektr. T. H. Darmstadt, 28 Jahre, ledig, mehrj. Tätigkeit auf dem Gebiete der Installation, sowohl prakt. als auch auf dem techn. Büro mit abgelegter Gesellenprüfung sucht Anfangsstellung. Gefl. Angebote erbeten an [3448]

E. HOFMEISTER
Hann. Münden
Rosenstr. 1

Elektro-Techn. und -Meister

29 J., arbeitsfr., zuverl. Firm i. Installat., Freileitgsb., Elektro-Heizg., Kalkulation, konstrukt. Begabg., sucht ausbaufähig. Wirkungskreis. Ia Zeugn. u. Ref. vorh. Zuschriften erb. an

W. Raschke, Radebeul,
Schillerstr. 29 [3140]

Erste Kraft. Ing., erf. Proj., routin. Akquis. u. Verkäuf., selbst. Spez. f. Elektrowärme u. Kühlg. - Phasenverbssg. - Werbung. Schriftstell. und Vortrag., in ungek. Stellung, s. neu. fest. Posten i. gut. Unternehm. Gefl. Ang. u. **E. 3442** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln W 9.

Promovierter Physiker

26 J., m. Laboratoriumserfahrg., sucht Anfang-stellung in d. Industrie od. als wissensch. Assistent. Ang. u. **M. L. 757** a. Ala Halle. [3441]

Elektro-Ing.

45 Jahr, **erstklassiger Akquisiteur** für Licht, Kraftanlagen usw. m. d. VDE.-Vorschr. restlos vertraut, sucht als **Akquisiteur** gegen **Provision** sofort passenden Wirkungskreis. Gefl. Off. unt. **E. 3408** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbet.

Elektroingenieur. 28 J., gelernter Elektro-Installateur, 5jährige Monteurpraxis bei Ueberlandzentrale und größern Baufirmen. Erfahren im Betrieb, Nieder- und Hochspannungsbau, Zählerwesen (Zählereichung und -Reparatur) und Hausinstallation.

Als Ing. erfahren im Werbewesen (Haushalttarif) und Installationsfach, sucht passenden Wirkungskreis als Betriebs-, Abnahme-, Revisions- oder Werbeingenieur. Ia Referenzen und Zeugnisse. [3447]

Franz Pütz, Hamborn, Kirchstr. 36.

Patentanwalt, zugel., Spez.: **Schwachstrom,** 6 j. Erf. b. **Weltkonzern,** sucht **geeign. Wirkungskreis.** Ang. erb. unter **E. 3432** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing. (Sehr gut)
Dr.-Ing. (Sehr gut)

27 Jahre alt, Hochschulassistent für Elektro-Maschinenbau, erfahren in Berechnung, Konstruktion und Prüffeld, hervorrag. Theoretiker, sucht ausbaufäh. Wirkungskreis. Ang. unt. **E. 3438** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Spezialfabrik sucht zur Stütze des Chefs

Ingenieur-Kaufmann

möglichst Spezialist f. elektrot. Inst.-Mat., mit allen kaufm. Arbeiten vertr., an selbst. Arbeit gewöhnt. Offert. unter **E. 3436** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Für unsere Abt. Me [3437]

wärmetechnische Meßgeräte

suchen wir noch für einige Bezirke in Deutschland und für das Ausland

Vertretungen

Nur Firmen oder Herren, die seit Jahren solche Apparate (mechanisch und elektrisch) verkauft und nachweisbare Erfolge erzielt haben, wollen von uns Fragebogen anfordern. Andere Zuschriften sind vorläufig nicht erwünscht. Wenn schon eine frühere Bewerbung stattgefunden hat, ist dies bekanntzugeben.

BOPP & REUTHER
G. m. b. H.
Mannheim—Waldhof
Abt. Me

GESUCHT
für größere Straßenbahnwerkstätte ein in Unterhaltung elektrisch betriebener Fahrzeuge theoretisch und praktisch durchaus erfahrener

INGENIEUR

Angebote unter Beifügung eines Lebenslaufs, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins unter **P. 3439** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Großfirma sucht

Konstrukteur

für elektrische Glüh- u. Schmelzöfen. Es werden nur Herren mit ausgesprochenem Konstruktionstalent und langjähriger erfolgreicher Konstruktionspraxis berücksichtigt. Fachkenntnisse erwünscht, aber nicht Bedingung. Ausführliche Gesuche mit Gehaltsansprüchen sind zu richten unter **E. 3416** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Staatl. Württ. Höhere Maschinenbauschule Eßlingen a. N.
(Abt. f. Maschinenbau, Elektrotechn., Feinmechanik u. Mengenfertigung)

Auf 1. Oktober 1933 ist eine

Hauptlehr-Professor-Stelle

für Elektrotechnik zu besetzen. Hauptlehrf.: El. Maschinen, Meßtechnik, Grundzüge der El. Probezeit 1—2 Jahre. Besold. nach Gr. 4 a W. Bes.-Ordn. — Handschriftl. Bewerbungen von El.-Ing. mit abgeschl. Hochschulbildung, guten theoretischen und praktischen Kenntnissen u. Lehrbefähigung, mit Lichtbild, Lebenslauf und begl. Zeugnisabschriften innerhalb 14 Tagen erbeten an die Direktion der Schule. [3435]

Gründung sicherer Existenz

durch Kauf einer seit 25 J. besteh. Fabr. elektr. App. Mitteldeutschlands m. gr. Kundenstamm im In- und Ausland. Erstklassige Fabrikate, Mod. Verkaufsorganis. und geschultes techn. Personal vorhanden. Anz. RM 10 000.—, Zahlg. Kaufgeldrest bequem nach Vereinb. Fordern Sie Angebot mit Abnehmerref. aus Deutschland und allen europ. Ländern unter **E. 3446** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Einankerumformer

evtl. Motorgenerator, gebraucht, Leistung 100 kW, Spannung 220 V Gleichstrom, 6000 Volt Drehstrom, einschl. Anlaß- und Regelapparate gesucht.
Angebote erbeten unter **E. 3445** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Einankerumformer 300 kVA.
für 2×220 Volt Gleichstrom, zufolge Umstellung auf Drehstrom mit allem Zubehör
zu verkaufen. [3433]
Elektrizitätswerk Reutlingen G. m. b. H.

Zu verkaufen:
1 neue nicht gebrauchte
Dynamoblech-Beklebemaschine

für Bleche bis zu 1,10 m Breite. Anfragen erbeten unter **E. 3434** an die Anzeigen-Abt. der ETZ. Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

54. Jahrgang **Berlin, 29. Juni 1933** **Heft 26**

Reihenkondensator und Spannungskleinregler in Niederspannungsnetzen.

Von Dr.-Ing. **R. Hintze**, München.

Übersicht. Es wird die Wirkung des Reihenkondensators im Niederspannungsnetz gezeigt. Der Reihenkondensator führt bei richtiger Abstimmung durch Kompensation des Blindwiderstandes die Spannungsverhältnisse der Wechselstromleitung gleichsam auf diejenigen der Gleichstromleitung zurück. Die Größe des erforderlichen Kondensators wird angegeben, ebenso die Leistung des Kompensationskreises. Der Spannungskleinregler macht die Niederspannung unabhängig von den Schwankungen der primären Mittelspannung. Die Verwendung des Reglers mit einem oder mehreren Reihenkondensatoren ergibt sehr gute Spannungsverhältnisse, auch wenn die Mittelspannung starken Änderungen unterworfen ist.

Ein Überlandwerk sieht sich oft gezwungen, Maßnahmen zur Verbesserung der Spannungsverhältnisse in stark belasteten Ortsnetzen zu treffen. Abgesehen vom Übergang auf eine höhere Niederspannung wendete man bisher fast ausschließlich das Mittel der Querschnittsverstärkung an, um zu starken Spannungsabfall zu vermeiden. Neuerdings kommen zwei weitere, sehr wirksame Mittel hinzu, nämlich der Reihenkondensator und der Spannungskleinregler. Obwohl beide in ihrer Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeit ganz verschieden behandelt werden müssen, so bewirkt doch jedes Gerät eine starke Verminderung der Spannungsschwankungen, also eine Vergleichmäßigung der Spannung. Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeit soll im folgenden kurz besprochen werden.

1. Spannungsbeeinflussung mit Reihenkondensator.

Abb. 1 stellt schematisch eine längere Niederspannungsleitung *NL* oder einen Ortsnetz-Ausläufer dar, an dessen Ende der Reihenkompensationskreis *K* angeschlos-

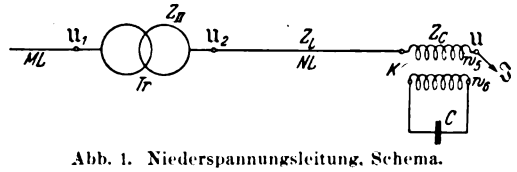


Abb. 1. Niederspannungsleitung, Schema.

sen ist, der seinerseits aus Reihentransformator und Kondensator besteht. Der abgegebene Wechselstrom sei $\Im$, die abgegebene, mit diesem Strom veränderliche Spannung sei $\mathfrak{U}$. Der Anfang der Niederspannungsleitung werde vom Transformator *Tr* mit der Sekundärspannung $\mathfrak{U}_2$ gespeist und die dem Transformator zugeführte Mittelspannung sei $\mathfrak{U}_1$ (alle Werte je Phase).

Soll nun untersucht werden, wie sich die Spannung $\mathfrak{U}$ mit dem Belastungstrom $\Im$ ändert, so muß natürlich an einem Punkt unveränderliche Spannung gehalten werden; es sei dies die zugeführte Mittelspannung $\mathfrak{U}_1$. Das Gesetz der Spannungsänderung kann dann, wie sich nachweisen läßt, durch die bekannte Vektorgleichung[1]

$$\mathfrak{U}_0 - \mathfrak{U} = \Im \cdot (r - j\,k) \qquad (1)$$

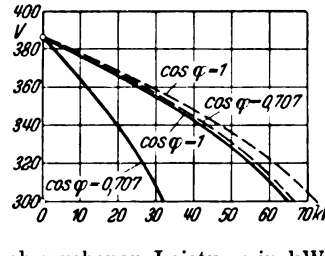
ausgedrückt werden. In dieser Gleichung bedeutet $\mathfrak{U}_0$ die Leerlaufspannung, d. h. diejenige Spannung an den Ausgangsklemmen des Kompensationskreises, die sich einstellt, wenn kein Strom fließt, die Belastung also Null ist; $\mathfrak{U}$ ist die belastete Spannung an derselben Stelle. Durch $\mathfrak{U}_0 - \mathfrak{U}$ ist also die Spannungsänderung bzw. der Spannungsabfall an den Ausgangsklemmen des Kompensationskreises dargestellt, der durch Belastung mit dem Strom $\Im$ entsteht. Der Klammerausdruck $(r - j\,k)$ ist der gesamte Scheinwiderstand des Stromkreises zwischen Primärklemmen des Stationstransformators und Ausgangsklemmen des Kompensationskreises, er setzt sich also zusammen aus dem auf die Sekundärseite bezogenen Scheinwiderstand Z_{II} des Stationstransformators, aus dem Scheinwiderstand Z_L der Niederspannungsleitung und aus dem Scheinwiderstand Z_c des Kompensationskreises. Also ist

$$(r - j\,k) = Z_{II} + Z_L + Z_c \text{ in Ohm.} \qquad (2)$$

Die Gl. (2) drückt aus, daß r die Summe der Wirkwiderstände und k die Summe der Blindwiderstände bedeuten; j ist nur ein Richtungsfaktor. (Genau genommen müßte das erste Glied auf der rechten Seite $\frac{Z_{II}}{1+\sigma_1}$ heißen, aber σ_1, der primäre Streukoeffizient des Stationstransformators, ist bekanntlich sehr klein gegen 1, so daß er vernachlässigt werden kann, zumal Z_L, der Scheinwiderstand der Leitung, meist ganz wesentlich überwiegt und ausschlaggebend ist.)

Während nun Z_{II} und Z_L in einem bestimmten vorliegenden Fall bekannt sind, wird Z_c durch die Größe des an den Reihentransformator angeschlossenen Kondensators *C* des Kompensationskreises bestimmt. Hier ergibt sich also die Möglichkeit, durch passende Wahl des Kondensators die Größe des gesamten Scheinwiderstandes $(r - j\,k)$ und damit nach Gl. (1) auch den Spannungsabfall $\mathfrak{U}_0 - \mathfrak{U}$ zu beeinflussen. Schließt man z. B. die in der Niederspannungsleitung liegende Wicklung des Reihentransformators kurz, wodurch die Kompensation außer Wirksamkeit gesetzt wird, so wird Z_c in Gl. (2) zu Null, und der Spannungsabfall ist nur durch den Scheinwiderstand des Stationstransformators und der Niederspannungsleitung bedingt; dieser Fall ist bei allen Ortsnetzen gegeben, die nicht mit Reihenkondensatoren versehen sind.

Zunächst hat der Verfasser für diesen Normalzustand das bekannte (hier nicht gezeichnete) Ossanna-Diagramm[2] entworfen, das die Spannungsänderung abhängig von der abgegebenen Leistung darstellt (Annahmen: Stationstransformator 50 kVA, 20 000/400/231 V, Niederspannungsleitung 70 mm² Kupfer von angenähert 1 km Länge) und in Abb. 2 daraus den Spannungsverlauf abhängig von der



——— ohne Kompensation
– – – mit abgestimmter Reihenkompensation

Abb. 2. Spannungsänderung einer Niederspannungsleitung, abhängig von der abgegebenen Leistung.

abgegebenen Leistung in kW aufgetragen für $\cos\varphi = 1{,}0$ und 0,707. Die ausgezogenen Kurven gelten für die Anordnung ohne Kompensation und zeigen deutlich die bekannte Tatsache, daß der Spannungsabfall bei dem guten

[1] Diese Gleichung ist nichts anderes als das Ohmsche Gesetz.

[2] Ossanna, ETZ 1922, S. 1025 u. 1061; Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 113 (1926). Schwaiger, Hochspannungsleitungen, III. Teil, Verlag Oldenbourg 1931. Hintze, ETZ 1932, S. 53 u. 797.

Digitized by Google

Leistungsfaktor 1,0 bedeutend geringer ist als bei dem schlechten Leistungsfaktor 0,707.

Öffnet man nun den Kurzschluß des Kompensationskreises und schaltet dadurch diesen Kreis ein, so legt man einen Kondensator über den zugehörigen Transformator in Reihe mit der Niederspannungsleitung. Der Blindwiderstand in Z_c ist jetzt nicht mehr Null, sondern negativ, er richtet sich in seiner Größe nach der Kapazität des Kondensators; da dieser aber nicht unmittelbar auf die Leitung wirkt, sondern über den Reihentransformator, so spricht auch noch das Übersetzungsverhältnis dieses Transformators mit. (Von der Vergrößerung des gesamten Wirkwiderstandes des betrachteten Stromkreises durch diesen Schaltvorgang ist dabei abgesehen worden, da die Widerstandszunahme sehr gering ist.) Wenn man so also in der Lage ist, den Blindwiderstand in Z_c negativ zu machen, so kann man dadurch die immer positiven Blindwiderstände des Stationstransformators und der Leitung sowie des Reihentransformators kompensieren, und man ersieht aus Gl. (2), daß dann k, die Summe der Blindwiderstände, in der Klammer $(r - jk)$ zu Null gemacht werden kann und nur r, die Summe der Wirkwiderstände des Stationstransformators, der Leitung und des Reihentransformators, übrigbleibt. Damit ist die Wechselstromübertragung auf die Verhältnisse der Gleichstromübertragung zurückgeführt hinsichtlich des Spannungsabfalls. Denn der Spannungsabfall, der sich bei einer normalen Wechselstromleitung aus Wirkstrom mal Wirkwiderstand plus Blindstrom mal Blindwiderstand zusammensetzt, schrumpft hier zusammen auf Wirkstrom mal Wirkwiderstand, da der Blindwiderstand des betrachteten Stromkreises durch den Reihenkondensator kompensiert, also zu Null gemacht wird und damit das zweite Glied Blindstrom mal Blindwiderstand entfällt. Ferner ergibt sich hieraus, daß nun der Spannungsabfall ziemlich unabhängig wird vom Leistungsfaktor, denn ein großer Blindstrom bei schlechtem Leistungsfaktor würde sich hinsichtlich des Gesamtspannungsabfalls ja im wesentlichen nur durch den Blindwiderstand auswirken, und dieser ist durch den Kompensationskreis zu Null gemacht worden. Die spannunghaltende Wirkung des Reihenkondensators kann sich also nur bei mehr oder weniger starker induktiver Belastung (Blindlast) entfalten, während bei induktionsfreier Last (Wirklast) kein nennenswerter Vorteil auftritt. Muß man also z. B. an einen langen Ortsnetzausläufer einen großen Herd oder Backofen anschließen, und glaubt man durch Einbau eines Reihenkondensators vor dem Ofen den Spannungsabfall auf das gewünschte Maß zurückführen zu können, so wird der erhoffte Erfolg ausbleiben. In diesem Fall hilft nur eine entsprechende Querschnittsverstärkung oder der Einbau eines nichtselbsttätigen oder selbsttätigen Zusatztransformators (Reglers) beim Abnehmer.

Die Gleichung des Spannungsabfalls für den Stromkreis mit abgestimmtem Reihenkondensator lautet also

$$\mathfrak{U}_0 - \mathfrak{U} = \mathfrak{J} \cdot r, \qquad (3)$$

wobei r, wie erwähnt, die Summe der Wirkwiderstände des Ausdrucks (2) ist.

Um die geschilderten Vorgänge zu veranschaulichen, hat der Verfasser auch für den Zustand der abgestimmten Reihenkompensation das Diagramm der Spannungsänderung gezeichnet und daraus den Verlauf der Spannung für den Leistungsfaktor 1,0 und 0,707 in Abb. 2 gestrichelt aufgetragen, abhängig von der abgegebenen Wirkleistung in kW. Man sieht deutlich, daß die beiden Kurven sehr dicht nebeneinander verlaufen und daß sie beide in unmittelbarer Nähe der Kurve für den Spannungsabfall der nichtkompensierten Leitung bei Leistungsfaktor 1,0 liegen. Abgesehen davon zeigt sich, daß alle Spannungswerte bei gleicher Belastung für die kompensierte Leitung höher liegen als für die nicht kompensierte; die Spannungsempfindlichkeit der kompensierten Leitung ist also geringer geworden, die Übertragungsfähigkeit größer, ganz besonders bei schlechtem Leistungsfaktor. Aus Abb. 2 kann man z. B. entnehmen, daß o h n e Kompensation bei 370 V nur etwa 8 kW mit $\cos\varphi = 0{,}707$ und 16 kW mit $\cos\varphi = 1$ abgegeben werden können, m i t Kompensation bei der gleichen Spannung von 370 V aber 17 kW mit $\cos\varphi = 0{,}707$ und 18 kW mit $\cos\varphi = 1{,}0$.

Um die Frage „Querschnittverstärkung oder Reihenkompensation" richtig beantworten zu können, muß man sich also immer vor Augen halten, daß Querschnittverstärkung einer Verminderung des Wirkwiderstandes, Reihenkompensation dagegen einer Verminderung, ja völliger Aufhebung des Blindwiderstandes einer Leitung gleichkommt. Nach den obigen Ausführungen wirkt bei vorwiegender Wirklast aber nur eine Verkleinerung des Wirkwiderstandes spannunghaltend, bei vorwiegender Blindlast dagegen eine Verkleinerung des Blindwiderstandes. Da der Leistungsfaktor in den Ortsnetzen der meisten Überlandwerke aber in der Nähe von etwa 0,7 liegt, bringt hier die Anwendung des Reihenkondensators große Vorteile ohne erhebliche Kosten.

Um die außerordentliche Wirkung des abgestimmten Reihenkondensators in obigem Fall besonders zu beleuchten, sei darauf hingewiesen, daß man den Querschnitt der Niederspannungsleitung mehr als v e r d o p p e l n müßte, wollte man ohne Kompensation 17 kW mit $\cos\varphi = 0{,}707$ bei 370 V abgeben.

Während die Kapazität des Reihenkondensators entsprechend den früheren Angaben nach dem Blindwiderstand der vorliegenden Anordnung bestimmt werden muß, richtet sich die Leistung des Kompensationskreises nach der Belastung, die der Kompensationskreis ohne unzulässige Erwärmung aushalten kann. Über die Berechnung der Kompensationsleistung, die sich mit Hilfe der Diagramme der Spannungsänderung leicht ausführen läßt, wurde an anderer Stelle berichtet[3], dagegen soll hier unter Vernachlässigung der Transformator-Streukoeffizienten und des Leitwertes der Magnetisierung des Reihentransformators im Kompensationskreis eine vereinfachte Formel für die auf Niederspannungsleitung und Stationstransformator abgestimmte Kapazität des Kondensators angegeben werden; in erster Annäherung ist diese Kapazität nämlich gegeben durch

$$C \approx \frac{\left(\frac{w_5}{w_6}\right)^2}{314} \frac{K}{R^2 + K^2} \text{ in Farad.} \qquad (4)$$

Dabei bedeuten:

w_5, w_6 die Windungszahl der Wicklungen des Reihentransformators,

$R = r_L + r_{II} + r_V$,

$K = k_L + k\sigma_{II} + k\sigma_V$

r_L den Wirkwiderstand der Niederspannungsleitung in Ohm,

r_{II} den auf die Sekundärwicklung bezogenen Wirkwiderstand des Stationstransformators in Ohm,

r_V den auf die in der Niederspannungsleitung liegende Wicklung bezogenen Wirkwiderstand des Reihentransformators in Ohm,

k_L den Blindwiderstand der Niederspannungsleitung in Ohm,

$k_{\sigma II}$ den auf die Sekundärwicklung bezogenen Blindwiderstand des Stationstransformators in Ohm,

$k_{\sigma V}$ den auf die in der Niederspannungsleitung liegende Wicklung bezogenen Blindwiderstand des Reihentransformators in Ohm.

Es sei bemerkt, daß oft Wirk- und Blindwiderstand der Niederspannungsleitung und des Stationstransformators überwiegen bzw. ausschlaggebend sind.

Der Verfasser will hier aber außerdem noch für die in Abb. 1 gezeichnete Anordnung unter den oben gemachten Annahmen über Stationstransformator und Niederspannungsleitung die erforderliche L e i s t u n g d e s K o m p e n s a t i o n s k r e i s e s für eine bestimmte abgegebene Belastung kurz angeben. Sollen z. B. 20 kW mit $\cos\varphi = 0{,}707$ kompensiert abgegeben werden, so stellt sich nach Abb. 2 eine verkettete Spannung von 366,8 V an den Ausgangsklemmen des Kompensationskreises ein, der Strom beträgt also 44,7 A/Phase. Für die Zusatzspannung, die der Kompensationskreis aufzubringen hat, läßt sich aus den (nicht abgebildeten) Spannungsdiagrammen 20,1 V/Phase abmessen[3], so daß die Leistung des Kompensationskreises je Phase 0,9 kVA, zusammen also rd. 3 kVA für alle drei Phasen beträgt.

Interessant ist ferner die Feststellung aus dem Spannungsdiagramm für die nichtkompensierte Anordnung, daß etwa 20 kVA reine Blindleistung durch P a r a l l e l schaltung z. B. eines Kondensators zugeführt werden müßten, wollte man auf dieselbe sekundäre Lastspannung von 366,8 V kommen, die sich durch Anordnung des R e i h e n kondensators von 3 kVA einstellt.

2. Spannungsbeeinflussung mit Regler.

Spannungsänderungen in der Niederspannungsanlage, die durch Schwankungen der primär zugeführten Mittelspannung verursacht werden, können durch den Reihenkondensator natürlich nicht beeinflußt werden; vermittels des Reihenkondensators ist auch immer nur ein Heben

[3] Hintze, ETZ 1932, S. 800, Abb. 5.

Digitized by Google

der Spannung möglich, nicht aber auch ein Absenken. Aber der praktische Betrieb verlangt sehr oft auch eine Spannungsverminderung, hauptsächlich während der Nachtzeit zwischen der Abend- und Morgenspitze. Regelt man daher die Mittelspannung am Knotenpunkt mit einem Spannungsregler, so verschiebt man die Linie des Spannungsverlaufs zwischen Knotenpunkt und Ausläufer im wesentlichen parallel zu sich selbst nach oben oder unten. Während ohne Knotenpunktregler die Ausläufer die größten Spannungschwankungen haben und bei konstant geregelter Knotenpunktspannung diese Schwankungen geringer sind, so verlegt der Regler bei Forderung einer konstanten minimalen oder mittleren Spannung am Ausläuferende die größten Spannungsänderungen in die Nähe des Knotenpunktes. Der Knotenpunktregler gibt dem Mittelspannungsnetz also an einem besonderen Punkt Spannungsunabhängigkeit, aber den Spannungsabfall selbst, der ja lediglich eine Fnktion des Stromes und der Leitungkonstanten ist, beeinflußt er nur mittelbar deshalb, weil bei guter Spannung die Stromaufnahme der Motoren geringer ist als bei schlechter Spannung.

Da sich diese Ausführungen auch ohne weiteres auf ein Niederspannungsnetz anwenden lassen, in dessen Transformatorstation ein Spannungskleinregler eingebaut ist, so erkennt man, daß der Kleinregler durchaus nicht dazu befähigt ist, eine Verstärkung zu schwacher Ortnetzquerschnitte entbehrlich zu machen, sondern das seine Aufgabe darin besteht, konstante Niederspannung an der Transformatorstation zu schaffen und dadurch die Spannungsverhältnisse des Ortsnetzes unabhängig zu halten von den unvermeidlichen Schwankungen der primären Mittelspannung. Diese Unabhängigkeit der Niederspannung ist immer ein außerordentlicher Vorteil, der da ganz besonders gewertet werden muß, wo es sich um ausgedehnte Mittelspannungsnetze handelt. An den Ausläufern solcher Netze sind oft viel zu große Spannungsänderungen vorhanden, zu deren Behebung fast immer umfangreiche und kostspielige Leitungs-Um- und -Neubauten zur Schaffung von Querschnittsverstärkungen oder neuen Speisepunkten oder beidem nötig wären. Oft kommt auch der Übergang auf eine höhere Mittelspannung in Betracht, aber auch das beansprucht große Kosten, da es meist mit der Abänderung des elektrischen Teiles allein nicht getan ist, sondern umfangreiche bauliche Veränderungen an den alten Stationen vorzunehmen sind; auch der Ausfall durch die Störung der Energieanlieferung darf nicht übersehen werden, ganz abgesehen von den Unzuträglichkeiten mit den Abnehmern. Ordnet man in solchen Fällen eine Anzahl Kleinspannungsregler für die wichtigsten Transformatorstationen oder Stationsgruppen an, so kann man dadurch ohne umfangreiche Bauarbeiten im Mittelspannungsnetz hervorragende Verbesserungen der Spannungsverhältnisse in den Ortsnetzen erzielen und die Abnehmer zufrieden stellen. Der Spannungsabfall in der Mittelspannungsleitung darf dann ruhig hohe Werte annehmen, der Regler hält ihn vom Ortsnetz fern. Da diese extremen Werte des Spannungsabfalls nur während der Belastungsspitzen auftreten, sind die dabei entstehenden Leistungsverluste meist erträglich.

Eine Anwendungsmöglichkeit des Kleinreglers, die man als Schulbeispiel bezeichnen könnte, ist z. B. dann gegeben, wenn zwei benachbarte Versorgungsgebiete zur wechselseitigen Energiebelieferung eine Kupplungsleitung brauchen, diese aber wegen der wirtschaftlichen Notlage zur Zeit nicht, wie es am besten wäre, als besondere Leitung erstellen können, sondern die vorhandenen Mittelspannungsleitungen zum gegenseitigen Energietransport kuppeln wollen; in diesem Fall soll also eine Mittelspannungs-Verteilungsleitung gleichzeitig die Aufgabe einer Kupplungsleitung übernehmen. Der Betriebsleiter wird gegen diesen Notbehelf große Bedenken haben, nicht nur wegen der vielen Störungsmöglichkeiten durch die angeschlossenen Tranformatorstationen, sondern auch wegen der trotz Einbau eines oder zweier großer Regler unvermeidlichen Spanungsänderungen der Leitung, als Folge der Hin- und Herlieferung. Eine Übertragung der Spannungschwankungen auf die angeschlossenen Ortsnetze läßt sich vollkommen durch den Einbau von Kleinreglern vermeiden, die gleichzeitig auch noch einen wirksamen Überspannungschutz der Transformatoren auf der Niederspannungseite bilden. Die Störungsmöglichkeiten sind und bleiben größer als bei der reinen Kupplungsleitung, aber durch Anordnung geeigneter thermischer Überstromschalter in den Transformatorenstationen, soweit sie nicht schon vorhanden sind, lassen sich viele Störungsmöglichkeiten abfangen.

Vor längerer Zeit schon hat der Verfasser den Bau von Reihenkondensatoren und Kleinreglern angeregt, und die Elektrotechnische Versuchswerkstätte in München hat unter seiner Mitarbeit zunächst kleine selbsttätige Hitzdrahtregler mit wenigen groben Stufen für Straßenbeleuchtungen gebaut, die sich im Betrieb gut bewährt haben. Für Ortsnetze baut die E. V. W. etwas größere Regler, die mit einem 100stufigen Sonderschalter oder mit gröberen Schaltstufen ausgerüstet werden können. Diese Apparate fallen selbstverständlich klein aus, da sie nur für die zusätzliche Leistung bemessen zu sein brauchen, die meist nicht mehr als 10 % der Durchgangsleistung beträgt; für einen Ortznetztransformator von 50 kVA würde also ein Zusatzregler von 5 kVA in Frage kommen.

Ein Kleinregler auf der Niederspannungseite des Transformators würde also die Spannung U_2 der Abb. 1 konstant halten und damit nicht nur die Schwankungen der Mittelspannung, sondern auch den Spannungsabfall des Transformators selbst kompensieren.

3. Reihenkondensator und Regler gemeinschaftlich.

Da der Regler einem Ortsnetz Unabhängigkeit der Spannung gibt und der Reihenkondensator die Wirkung des Blindwiderstandes aufhebt, liegt der Gedanke nahe, beides zu verbinden, um möglichst gute Spannungsverhältnisse in einem Ortsnetz zu erzielen. Ich habe eine solche Anordnung im Herbst 1931 entwickelt. Eine solche Kombination läßt sich selbstverständlich ohne weiteres ausführen und wird im Betrieb sehr zufriedenstellend arbeiten; oft werden Reihenkondensatoren an verschiedenen Stellen eines Ortsnetzes eingebaut werden müssen. Will man für diesen Fall die Größe der Kapazität des Reihenkondensators berechnen, so kann man (mit denselben Vernachlässigungen) ebenfalls Formel (4) benützen, nur ist der Wirk- und Blindwiderstand des Stationstransformators jetzt gleich Null zu setzen, also überhaupt nicht in die Formel einzuführen.

Eine Maschine, die ein moduliertes Frequenzband erzeugt.

Von **Walter Dornig**, Berlin.

Übersicht. Tonmodulation erfolgte bisher meist dadurch, daß erst einmal höhere Frequenzen von normaler Wellenform erzeugt und diese nachträglich beeinflußt wurden, während der neue Generator die gewünschte Amplitudenänderung der Trägerfrequenzen direkt hervorbringt.

Die deutsche Reichspost benutzt entsprechend den internationalen Vereinbarungen des CCI in Fernkabelleitungen ein Rufverfahren mit der Tonfrequenz von 500 Hz, die im Takt von 20 Hz „moduliert" wird[1]. Für den Elektrotechniker ergab sich so die Aufgabe, einen möglichst einfachen Generator zu bauen, der die geforderten Eigenschaften in idealer Art besitzt. Ideal ist d e r Generator, der reinen Wellenstrom mit genau sinusförmigen Einschnürungen liefert, wie es die Abb. 1 zeigt.

[1] W. Weinitschke, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 18, S. 61 (1929).

Als primitiver Ersatz dieser Forderung wurden früher gewöhnliche 500 Hz-Generatoren eingebaut, deren Strom mittels eines kollektorartig unterteilten Schleifringes im Takt von 20 Hz zerhackt bzw. unterbrochen wurde, wie es Abb. 2 wiedergibt. Ein solcher Generator wirkt beim dauernden Ein- und Ausschalten des 500 Hz-Stromes auf alle angeschlossenen und benachbarten Kreise und Apparate schwingungsanstoßend — neben noch anderen Nachteilen; ganz abgesehen vom Kollektorunterbrecher, der mit seinen Bürsten der Abnutzung unterliegt und Wartung bedarf.

Eine gewisse Verbesserung durch Vermeiden dieses Kollektorunterbrechers brachte eine amerikanische Ausführung. Hier sind im Statorgehäuse mehrere Erregerpole verschiedener Polarität angeordnet, die quer durch ein nur teilweise gezahntes Rotorrad einen Kraftfluß treiben, so daß der Rotor dauernd ummagnetisiert wird.

Digitized by Google

Die Erregerpole tragen außerdem noch Spulen, an denen das Zahnrad vorbeirotiert und in ihnen so zeitweise einen Wechselstrom induziert von der gleichen Form, wie Abb. 2 zeigt.

Eine andere bekannte Methode der Erzeugung von modulierten Schwingungen besteht darin, zwei Generatoren verschiedener Frequenz (Maschinen oder Röhren) zu benutzen, die voneinander um den Betrag der Modulationsfrequenz abweichen. Wenn z. B. zwei Frequenzen

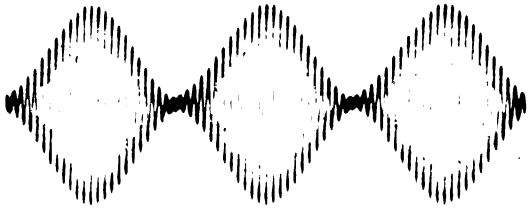


Abb. 1. Oszillogramm von moduliertem Rufstrom.

von 500 und 520 Hz an der Empfangseite überlagert werden, so entsteht hier die Schwebungsfrequenz von 20 Hz, die das Rufrelais zum Ansprechen bringt. Diese Differenzfrequenz ist an sich ideal sinusförmig; aber es sind eben zwei Stromquellen erforderlich.

Abb. 2. Zerhackter Rufstrom.

Eine vom Verfasser angegebene Konstruktion[2] zeigt eine wesentlich elegantere Lösung des Problems: Nach Abb. 3 wird eine gewöhnliche Gleichpoltype nur am halben Statorumfang genutet und am halben Rotorumfang gezahnt. Die Nut- bzw. Zähnezahl und -teilung wird so gewählt, daß ein normaler Wechselstrom von 500 Hz erzeugt würde, wenn der ganze Umfang gleichmäßig genutet bzw. gezahnt wäre. Bei einer Drehzahl von z. B. 1200 U/min würden demnach am ganzen Umfang 50 Statornuten und 25 Rotorzähne erforderlich sein. Wenn davon aber nur die Hälfte, also 26 Statornuten und 12 Rotorzahnlücken ausgestanzt werden, dann müssen die Amplituden des 500 Hz-Stromes bei jeder Umdrehung einmal allmählich ab- und zunehmen. In der gezeichneten Lage von Abb. 3 wird keine Statorwindung von wesentlich schwankendem Kraftfluß induziert; die Spannung ist somit die kleinste bzw. Null. Bei 180 ° Drehung des Rotors muß dagegen die Spannung die Maximalamplitude erreichen, da in dieser Lage alle Statorwindungen von schwankendem Kraftfluß induziert werden. Ist die Windungszahl in allen Statornuten die gleiche (Reihenschaltung ist vorausgesetzt), dann steigt die Modulations- bzw. Umhüllungskurve der höherfrequenten Amplituden von Spule zu Spule gleichmäßig treppenförmig bzw. in gerader Linie auf und ab. Das an sich wäre schon ein Vorteil gegenüber der einfachen Stromunterbrechung nach Abb. 2; dem Idealbild nach Abb. 1 entspricht die Form aber noch nicht.

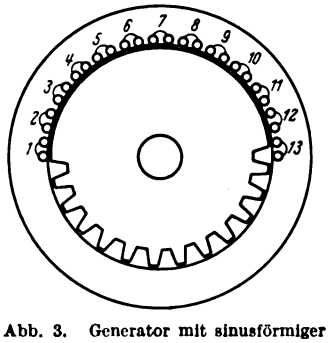


Abb. 3. Generator mit sinusförmiger Modulation.

Erreicht wird dies nun dadurch, daß die Anzahl der jeweils induzierten Windungen nach einer Sinuskurve abgestuft wird. Abb. 4 gibt die einfache graphische Darstellung. Wie oben gesagt, sind hier im Beispiel 26 Statornuten gleich 13 Statorspulen (deshalb Nutenzahl durch zwei teilbar) vorhanden. Es ist nun nur nötig, die Hälfte der umhüllenden Sinuskurve gleich 180 ° der ganzen Schwingung in 13 Teile zu zerlegen und die Spulennummern aus Abb. 3 als Ordinaten aufzutragen. Die Abszissen geben dann die Summen der notwendigen Windungszahlen an, die bei der entsprechenden Rotorstellung induziert werden müssen. Dabei ist angenommen, daß bei der verlangten Maximalspannung, bei der der Rotor gegenüber der Abb. 3 um 180 ° verdreht ist, zusammen 100 Windungen in 13 Statorspulen erforderlich seien.

Wenn der Rotor aus der vorgenannten Maximalstellung um einen Zahn weiter läuft, dann wird je nach der Drehrichtung die äußere Spule *1* oder *13* nicht mehr induziert, und die Spannung fällt entsprechend der ausfallenden Windungszahl auf etwa 98 %, wie es die Sinuskurve vorschreibt. Bei weiterer Drehung fallen allmählich

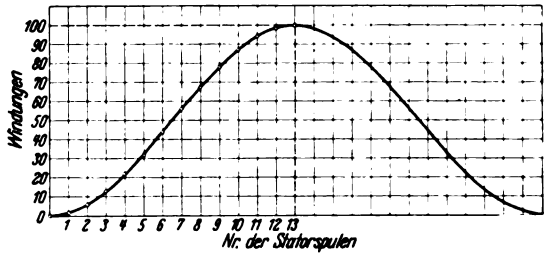


Abb. 4. Abstufung der Windungen in den Statorspulen.

noch mehr Windungen aus, wie es Abb. 4 angibt. Die 13 Statorspulen erhalten also die nachstehend angeführten Windungen:

Spule	1	mit	2	Windungen,	d. s.	zusammen	=	2 Windungen
,,	2	,,	4	,,	,,	,,	=	6 ,,
,,	3	,,	7	,,	,,	,,	=	13 ,,
,,	4	,,	9	,,	,,	,,	=	22 ,,
,,	5	,,	10	,,	,,	,,	=	32 ,,
,,	6	,,	12	,,	,,	,,	=	44 ,,
,,	7	,,	12	,,	,,	,,	=	56 ,,
,,	8	,,	12	,,	,,	,,	=	68 ,,
,,	9	,,	10	,,	,,	,,	=	78 ,,
,,	10	,,	9	,,	,,	,,	=	87 ,,
,,	11	,,	7	,,	,,	,,	=	94 ,,
,,	12	,,	4	,,	,,	,,	=	98 ,,
,,	13	,,	2	,,	,,	,,	=	100 ,,

Bei in Summe größerer Windungszahl kann die Abstufung natürlich noch feiner nach der Sinuskurve erfolgen; das hier gewählte Beispiel mit nur 100 Gesamtwindungen gestattet das nicht.

Abb. 1 zeigt ein aufgenommenes Oszillogramm eines derartig ausgeführten Rufgenerators; man sieht, daß die erreichte Modulationskurve recht gut ist. Diese Konstruktion hat den großen Vorteil, daß durch Wegnahme oder Hinzufügen von einer oder einigen Windungen eine unbefriedigende Umhüllungskurve jederzeit mit Leichtigkeit verbessert werden kann. Grundsätzlich kann mit diesem Mittel jede gewünschte Modulationskurve für beliebige Zwecke hergestellt werden.

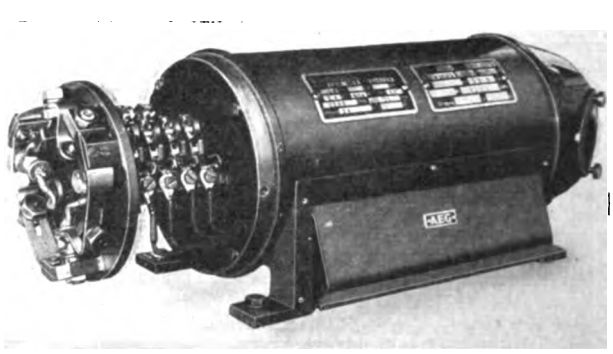


Abb. 5. Rufumformer.

Für die praktische Ausführung solcher Generatoren ist folgender Wink zu beachten. Infolge der nur teilweisen Zahnung des Rotors wird sein mechanisches Gleichgewicht gestört, er schlägt und muß entsprechend dem Material der einseitig fehlenden Zahnlücken ausbalanciert werden, was an sich nicht schwierig ist. Da aber bei einer normalen Gleichpoltype meistens sowieso zwei gleiche Statoren und Rotoren mit konstanter, aber entgegengesetzter Erregerpolarität nebeneinander angeordnet werden, so können die beiden aktiven Umfangshälften zweckmäßig um 180 ° gegeneinander verstellt werden. Dadurch wird ganz von selbst die Gewichts-

[2] DRP. 576 508 entsprechend USA-Patent 1 799 156.
,, brit. ,, 337 699.
,, franz. ,, 699 507.

Digitized by Google

verteilung ausgeglichen. In elektrischer Beziehung tritt dabei keine Veränderung ein.

Gemäß dem Grundgedanken vorliegender Konstruktion liegen verschiedene Varianten auf der Hand. Eine zweimalige Modulation der Trägerfrequenz je Umdrehung tritt dann ein, wenn zwei gegenüberliegende Umfangsviertel genutet bzw. gezahnt werden; das wäre bei der beispielsweisen Drehzahl von 1200 eine Modulation mit 40 Hz. Grundsätzlich kann jede Frequenz mit einer beliebig tiefer liegenden Frequenz moduliert werden. Bei genügend großer Frequenz und großem Rotorumfang könnte ein solcher Generator sogar Energie von derartiger Amplitudenveränderung erzeugen, daß Teile von Melodien oder Worte entstehen. Die Abstufung der Windungszahlen brauchte nur nach dem Amplituden-Oszillogramm einer gewünschten Lautaufnahme erfolgen. Ein z. B. auf dem Rotor ablaufendes Band mit Nuten und Wicklung könnte zwischen Stator und Rotor abgerollt werden.

Abb. 5 zeigt einen kompletten Rufumformer in Eingehäuse-Motorgenerator-Ausführung, wie er von der Conz Elektr.-Ges. m. b. H., Altona-Bahrenfeld, gebaut und von der AEG mit der dazu gehörigen Apparatur an die deutsche Reichspost geliefert wurde. Nach der Photographie ist links (die Schutzhaube ist abgenommen) der bekannte Drehzahlregler[3] des Verfassers angebaut zwecks Konstanthaltung der Generatorfrequenz bei Spannungs- und sonstigen Schwankungen. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß derartige Rufumformer, die sich übrigens auch für andere Zwecke eignen, in der Herstellung keinesfalls teurer sind als andere weniger befriedigende alte Konstruktionen.

[3] ETZ 1928, S. 1713; 1929, S. 1443; 1931, S. 1031.

Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.

Ein Rückblick und ein Ausblick*.

Von Ministerialrat Ing. **Ernst R. Kaan**, Elektrisierungsdirektor der Österr. Bundesbahnen, Wien.

Übersicht. Nach einem kurzen Rückblick über die bisherige Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen wird ein neuer Elektrisierungsplan für weitere Linien einschließlich der in Aussicht genommenen Triebfahrzeuge besprochen. Auf die arbeitschaffende Wirkung der Elektrisierung wird hingewiesen.

Die Österreichischen Bundesbahnen haben die Absicht, die Elektrisierung unter Bedachtnahme auf die finanzielle Lage des Unternehmens auf wichtigen, verkehrsreichen Strecken fortzusetzen. Die Einführung der elektrischen Zugförderung wurde schon vor dem Weltkrieg von der ehemaligen Staatseisenbahnverwaltung eifrig studiert. Die Tatsache, daß die alte Monarchie über reiche Steinkohlenvorkommen verfügte, und gewisse Bedenken von militärischer Seite standen damals einer größeren Elektrisierung entgegen. Nach dem Weltkriege war die Lage für Österreich anders geworden. Die Notwendigkeit, ausländische Steinkohle in ganz bedeutender Menge einführen zu müssen, war der naheliegende Grund, die bereits begonnene Elektrisierung weiter zu fördern, und so kam es im Jahre 1920 zu einem im Jahre 1925 noch ergänzten Gesetzesbeschluß durch die „konstituierende Nationalversammlung". Die nach diesem Gesetz zunächst zu elektrisierenden Linien wiesen eine Betriebslänge von rd. 652 km auf.

Die Auswirkung dieser großzügigen Elektrisierung auf die Volkswirtschaft ist gerade in der heutigen Zeit, in der sich die Öffentlichkeit mit zahlreichen Plänen einer Arbeitsbeschaffung befaßt, von besonderem Interesse. Ihre Bedeutung für die Beschäftigung von Industrie und Gewerbe sei durch Zahlen erläutert, die sich auf die Elektrisierung einer einzigen Strecke, u. zw. der Linie Innsbruck—Bludenz beziehen[1]. Bei diesen Arbeiten, die auch den Bau des Spullerseewerkes und die Umgestaltung des Ruetzwerkes umfassen, wurden nicht weniger als 335 Firmen fast aller Zweige beschäftigt. In diesem Zusammenhang wäre noch hervorzuheben, daß die Ansicht, eine Elektrisierung komme fast ausschließlich der Elektroindustrie zugute, irrtümlich ist. Im Durchschnitt muß ein Drittel des aufzuwendenden Anlagekapitals für Lieferungen der Elektrofirmen verwendet werden. Für die Elektrisierung wurde bis Ende 1932 ein Betrag von rd. 325 Mill S ausgegeben, wovon nur 6 % der Gesamtkosten für Auslandslieferungen aufgewendet wurden. In der Bausaison wurden bis zu 30 000 Mann gleichzeitig beschäftigt. Man erkennt aus diesen wenigen Zahlen, in welch hohem Maße arbeitschaffend die bisherige Elektrisierung gewirkt hat, so daß man sie wohl als eine wahrhaft produktive Arbeitslosenfürsorge bezeichnen darf.

Daß man den Beginn der Elektrisierung in den Westen Österreichs verlegt hat, findet seine Begründung in der Tatsache, daß die Strecken westlich von Salzburg fast ausschließlich Bergstrecken sind und dadurch sehr großen Kohlenverbrauch haben. Dazu kam noch die Möglichkeit einer verhältnismäßig einfachen Lösung der Energiebeschaffungsfrage durch die vielen ausbauwürdigen Wasserkräfte. Durch die Elektrisierung der Strecke Salzburg—Innsbruck—Buchs wurde eine sehr bedeutende Herabsetzung der Reisezeit (für Schnellzüge um 3 h 25 min, für Ferngüterzüge um bis zu 7 h 20 min) ermöglicht. Durch die erhöhte Reisegeschwindigkeit konnte ein viel dichterer Verkehr bewältigt und damit der nur mit ungeheuren Kosten zu bewerkstelligende Ausbau eines zweiten Gleises auf der Arlbergstrecke entbehrlich gemacht werden. Sehr genau durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, daß die bisherige Elektrisierung wirtschaftlich ist und es auch bleibt, wenn das Verkehrsaufkommen sich nicht weiter verschlechtert. Der Verkehrsrückgang auf den elektrisierten Linien ist im Vergleich zum gesamten Durchschnitt der Bundesbahnen wesentlich geringer und besonders im Personenverkehr kaum fühlbar.

Der Entschluß der Bundesbahnverwaltung, die Elektrisierung nach Maßgabe der gegebenen Möglichkeiten fortzusetzen, gründet sich zum großen Teil auf die Überzeugung, daß eine Eisenbahnverwaltung mit einer planmäßigen Investitionspolitik nicht nur ihrem eigenen Interesse dient, indem sie in den Stand gesetzt wird, den Wettbewerb mit anderen Verkehrsunternehmungen aufrecht zu erhalten, sondern auch der Volkswirtschaft ihres Heimatlandes. Nur die gegenwärtige ungünstige Lage der Österr. Bundesbahnen läßt es derzeit nicht zu, nach diesem Grundsatze großzügig vorzugehen.

Die Bundesbahnverwaltung erwartet von einer Fortsetzung der Elektrisierung eine weitgehende, sich wirtschaftlich günstig auswirkende Betriebsverbesserung, vornehmlich durch die Herabsetzung der Zugförderungskosten sowie durch bereits erwähnte größere Reisegeschwindigkeit im Personen- und Güterverkehr.

Von Gegnern der Elektrisierung werden oft als Einwand die hohen Kosten der Umgestaltungen am Oberbau und an den Brücken angeführt, welche infolge der hohen Achsdrücke der Elektrolokomotiven notwendig werden. Man vergißt dabei, daß eine fortschrittliche Eisenbahnverwaltung auch bei Beibehaltung des Dampfbetriebes eine Verkehrsbesserung ins Auge fassen muß. Es besteht daher auch hinsichtlich der Dampflokomotiven das Bestreben, leistungsfähigere und damit schwerere Lokomotiven in Dienst zu stellen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Oberbau und die Brücken auch bei Dampfbetrieb einem höheren Achsdruck anzupassen. Es muß also festgestellt werden, daß Aufwendungen für eine Verstärkung des Oberbaues und der Brücken bei jeder Betriebsart unabweislich sind, soll nicht der Verkehr rückständig werden, abgesehen von der teureren Erhaltung eines veralteten Oberbaues. Es muß daher getrachtet werden, in absehbarer Zeit ohne Rücksicht auf die Betriebsart auf den wichtigsten Hauptstrecken den Oberbau und die Brücken so zu verstärken, daß ein Achsdruck von 20 t zulässig wird. Es wird auch behauptet, daß bei Bahnhöfen, die veraltet sind, der Elektrisierung ein Umbau vorangehen muß. Es ist richtig, daß bei Bahnhöfen, welche den berechtigten Ansprüchen nicht mehr genügen, ein Umbau wünschenswert wäre, jedoch nicht wegen der Einführung des elektrischen Betriebes, sondern unabhängig von dieser. Der elektrische

* Nach einem Vortrag, gehalten am 28. III. 1933 im Österreich. Ing.- u. Arch.-Verein, Wien.

[1] Frühere ETZ-Veröffentlichungen über die einzelnen Strecken und Kraftwerke sind z. B. bei Luithlen, ETZ 1932, S. 1049, angegeben.

Digitized by Google

Betrieb gestattet sogar viel leichter mit unzulänglichen Bahnhöfen auszukommen als der Dampfbetrieb.

Der Elektrisierungsplan sieht die Einführung des elektrischen Betriebes auf folgenden Strecken vor: Wien—Salzburg, Wien—Graz, Wien Ostbahnhof—ungarische Grenze, einige Nebenlinien zwischen der Linie Wien—Graz und der Linie Wien—ungar. Grenze, Schwarzach-St. Veit—Spittal-Millstättersee (Tauernbahn[2]) und Bregenz—St. Margrethen. Diese Strecken umfassen eine Betriebslänge von 752 km, d. s. 14 % des gesamten Netzes. Bereits elektrisch betrieben sind 843 km (rd. 16 %), es wären also nach Ausführung dieses Planes rd. 30 % des Gesamtnetzes der Österr. Bundesbahnen (5351 km) elektrisiert. Durch Ausführung des angegebenen Elektrisierungsplanes würden bei einer Betriebsleistung wie der des Jahres 1929 rd. 760 000 t Kohle erspart werden können. Dies entspricht einem Betrag von rd. 16 Mill S. Durch die bisherige Elektrisierung werden rd. 9 Mill S jährlich für ausländische Steinkohle erspart, so daß insgesamt nach Ausführung des neuen Programms 25 Mill S im Jahr erspart werden könnten. Für den neuen Elektrisierungsplan wäre ein Gesamtaufwand von etwa 400 ··· 500 Mill S notwendig. Diese Angabe bewegt sich hauptsächlich deshalb in so weiten Grenzen, weil heute noch nicht feststeht, ob und in welchem Ausmaße Kraftwerksanlagen von den Bundesbahnen selbst zu errichten sein werden.

Die Linie Wien—Salzburg ist eine typische Mittelgebirgslinie und erreicht mit 11 ‰ ihre größte Neigung. Es besteht die Absicht, den Fahrdrahtstrom aus 6 Unterwerken zuzuführen (Rekawinkel, St. Pölten, Amstetten, Linz, Attnang-Puchheim, Steindorf). Man will die Unterwerke deshalb in die großen Eisenbahnknotenpunkte verlegen, um einerseits die unmittelbare Speisung der Bahnhöfe sichergestellt zu haben und anderseits die spätere Elektrisierung der hier einmündenden Anschlußlinien zu erleichtern. Der Oberbau und die Brücken dieser Strecke gestatten bei einigen Geschwindigkeitsbeschränkungen durchweg einen Achsdruck von 20 t.

Die Strecke Wien—Graz enthält die weltbekannte Semmeringstrecke, eine ausgesprochene Gebirgstrecke, in ihren anderen Teilen dagegen fast durchweg Flachlandstrecken. Für die Linie sind vier Unterwerke vorgesehen, u. zw. in Meidling, Wiener Neustadt, Semmering und Bruck a. d. Mur. Der Oberbau ist noch vielfach rückständig, besonders die Weichenanlagen sind veraltet.

Die Linie Wien Ostbahnhof—ungarische Grenze, eine Flachlandstrecke, deren Elektrisierung deshalb ins Auge gefaßt wurde, weil sie an eine ungarische z. T. bereits gegenwärtig elektrisierte Strecke anschließt, soll zu ihrer Speisung zwei Unterwerke erhalten, u. zw. eines in der Nähe Wiens und eines bei Bruck-Neudorf oder Parndorf.

Die Elektrisierung der genannten Nebenlinien ist im Zusammenhang mit der Elektrisierung der Linie Wien—Graz mehr oder weniger selbstverständlich, dienen sie doch besonders im Sonn- und Feiertagsverkehr und auch im Güterverkehr als Hilfs- und Entlastungslinien. Die Elektrisierung der Strecke Bregenz—St. Margrethen findet ihre Begründung in der Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Strecke Buchs—Rorschach der Schweizerischen Bundesbahnen.

Eine für die Elektrisierung besonders geeignete Strecke ist die 80,9 km lange Tauernbahn, eine typische Bergstrecke[2]. Als erster Schritt kommt bei der derzeitigen geldlichen Lage der Österreichischen Bundesbahnen nur die Teilstrecke Schwarzach-St. Veit—Mallnitz in Frage. Diese Teilstrecke kann mit ganz geringem Aufwand elektrisiert werden, zumal alle Vorarbeiten bereits geleistet wurden. Die Stromversorgung dieses Teiles kann durch das bestehende Unterwerk Schwarzach-St. Veit allein bestritten werden. Diese Teilstrecke wird voraussichtlich schon um die Jahreswende 1933/34 elektrisch betrieben werden.

Über die künftige Versorgung der einzelnen Strecken mit elektrischer Energie hat die Bundesbahnverwaltung sehr eingehende Unersuchungen angestellt. Bekanntlich kommt für die Elektrisierung eine Versorgung aus bahneigenen oder aus bahnfremden Kraftwerken in Frage. Von bahnfremder Seite bestehen zahlreiche Entwürfe über eine Energieversorgung der Bahn, zum Teil handelt es sich hier um Wasserkraftanlagen, zum Teil kommen auch Dampfkraftwerke mit Verheizung einheimischer Braunkohle in Betracht. Eine besondere Stellung nehmen die Entwürfe für die Donaukraftwerke ein, darunter an erster Stelle der des Werkes bei Ybbs-Persenbeug. Eine bahneigene Versorgung kommt für die Südbahn und auch für die Ostbahn wohl erst in zweiter Linie in Frage, für die Westbahn steht jedoch diese Art der Versorgung im Vordergrund.

Eine Reihe von energiewirtschaftlichen Untersuchungen hat gezeigt, daß es von großem Vorteil für die Sicherheit der Stromversorgung ist, ausgedehnte Strecken aus einem gemeinsam zusammenhängenden Netz zu speisen. Dieser Umstand sowie die großen Energieüberschüsse (im Jahre 1932 50 Mill kWh) im bahneigenen Netz westlich von Salzburg gaben Anregung zu einer Untersuchung über die Energieversorgung der Linie Wien—Salzburg unter weitgehender Mitverwendung bahneigener Energie. Nur für den östlichen Teil der genannten Linie müßte gegebenenfalls auch eine Fremdstromlieferung herangezogen werden. Schwieriger gestaltet sich die Energieversorgung der Südbahnstrecke Wien—Graz.

Im Lokomotiv- und Triebwagenbau ist man nun, gestützt auf die jahrelangen Erfahrungen auf den bereits elektrisierten Linien, bestrebt, eine Vereinheitlichung durchzuführen, wodurch dann die Möglichkeit einer Austauschwirtschaft geschaffen würde. Die letzten Lokomotivbestellungen sind bereits unter Berücksichtigung dieses Planes erfolgt. Der Gedanke der Vereinheitlichung soll sich unter anderem auch in der Weise auswirken, daß jede der in Betracht kommenden inländischen Firmen jede Lokomotivbauart nach den gleichen Zeichnungen auszuführen imstande ist. Die vier großen österreichischen Elektrofirmen haben mit den Bundesbahnen gemeinsam zunächst Entwürfe für zwei Einheitsmotortypen ausgearbeitet und dann auch die Vereinheitlichung der übrigen elektrischen Einrichtungen in Angriff genommen.

Die geplanten Einheitsformen beziehen sich auf eine Personen- und Güterzuglokomotive, Achsfolge Bo-Bo, von welcher vor kurzem 4 Stück bestellt worden sind, eine Schnellzuglokomotive, Achsfolge 1 Do 1, und einen Gepäcktriebwagen, Achsfolge Bo-2. Die erstgenannte Personen- und Güterzuglokomotive Bo-Bo ist den im Betrieb stehenden Lokomotiven der Reihe 1170.100 ähnlich. Ihre Dauerleistung beträgt rd. 1800 PS, die Stundenleistung 2100 PS, der größte Achsdruck erreicht 19,8 t, die Höchstgeschwindigkeit 80 km/h. Die Lokomotive soll Einzelachsantrieb erhalten mit 4 Motoren nach der Einheitsbauart von je 400 kW bei 840 U/min. Die Lokomotive erhält den Hohlwellen-Federantrieb, Bauart Sécheron. Die Schnellzuglokomotive 1 Do 1 erhält je Achse einen Doppelmotor von 2 · 340 kW Leistung, der Antrieb erfolgt voraussichtlich durch den bei deutschen Schnellzuglokomotiven bewährten Federantrieb Bauart AEG—Kleinow. Die Lokomotive wird eine Stundenleistung von rd. 3600 PS aufweisen. Die Höchstgeschwindigkeit soll 100 km/h, der größte Achsdruck 20 t betragen. Der Gepäcktriebwagen Bo-2 erhält als Triebmotoren die neue Einheitstype mit einer Stundenleistung von 340 kW bei 840 U/min und voraussichtlich Tatzenlagerantrieb. Die Stundenleistung des Wagens wird 925 PS sein. Die Höchstgeschwindigkeit wird 80 km/h, der Triebachsdruck rd. 17 t betragen.

[2] ETZ 1933, S. 336 u. 504.

Natrium als Leitermaterial.

Ein chemisches Werk in Midland, V. S. Amerika, hat für die Fortleitung hoher Ströme (4000 A) seit dem 1. I. 1931 eine Leitung im Betrieb, die aus Eisenrohren, gefüllt mit metallischem Natrium, besteht[1]. Es handelt sich hierbei um die praktische Ausführung eines Gedankens, der erstmalig schon kurz nach der Jahrhundertwende auftauchte. Der spezifische Widerstand des Natriums ist zwar fast der dreifache von Kupfer, dafür ist aber sein spezifisches Gewicht neunfach kleiner. Der Kostenvergleich für eine 259 m lange Leitung ergab, daß man bei der Natriumleitung 9 % sparen konnte. Die Leitung besteht aus zwei 100 mm-Eisenrohren mit Natriumfüllung. Die Einzelheiten dieser Leitung, insbesondere ihr Bau, ihre Aufhängung, die Art der Stromanschlüsse und das Füllen der Rohre mit dem zunächst geschmolzenen Natriummetall unter Verwendung einer Stickstoffatmosphäre, werden ausführlich beschrieben. Kostenanschläge, die einen Vergleich mit Kupferkabelleitungen geben, schließen sich an. *Egr.*

[1] R. H. Boundy, Vortrag in der Electrochemical Society, Sept. 1932, Preprint 62 2.

Digitized by Google

Untersuchung über die Wirkungsweise des Klydonographen.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Berlin.)

Von Eric Wilkinson aus Liverpool.

Übersicht. Die Ausbildung der Lichtenbergschen Figuren wird hinsichtlich der Einflüsse von Spannungsform und -grenze, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Entwicklungsart untersucht. Es werden weiter Klydonogramme mit Verschiebung des Films während der Aufnahme gewonnen und eine Form des Klydonographen mit definierter Feldverteilung gegeben.

Einleitung.

In neuester Zeit wird verschiedentlich über die Lichtenbergschen Figuren gearbeitet[1], was damit zusammenhängt, daß sie im Klydonographen eine praktische Anwendung gewonnen haben. Von den verschiedenen Arbeiten seien hier einige herausgegriffen. C. E. Magnusson[2] untersucht die Ablenkbarkeit des Einzelstrahles durch magnetische Felder und findet auf diese Weise, daß es sich um Bahnen von Elektronen handelt. J. Stekolnikoff und K. Riaschenzef[3] untersuchen die Druckabhängigkeit und finden, daß die größten und zugleich deutlichsten Figuren bei 20 mm Hg zu erhalten sind. Y. Toriyama[4] verwendet die Staubfiguren und untersucht mit ihrer Hilfe einerseits die zeitlichen Vorgänge der einzelnen Phasen bei der Entladung in Luft, anderseits die Entladung in Öl.

Trotz dieser Arbeiten ist der Vorgang bei der Entstehung der Figuren noch ungeklärt; außerdem läßt die Meßgenauigkeit des Klydonographen noch zu wünschen übrig. Das an sich sehr einfache Instrument hat gerade in Deutschland noch verhältnismäßig wenig Eingang gefunden. Aus diesen Gründen sind die vorliegenden Untersuchungen vorgenommen worden, die zunächst den Einfluß der Arbeitsbedingungen des Klydonographen auf seine Eichkurve klären sollten; außerdem sind auch einige Versuche angestellt worden, welche geeignet sind, einiges Licht auf den Mechanismus der Entstehung der Lichtenbergschen Figuren zu werfen.

1. Der Klydonograph bei verschiedenen Bedingungen.

Der Aufbau des Klydonographen, der für die folgenden Versuche verwendet wurde, war der übliche. Die untere Elektrode war eine Messingplatte, die obere eine abgerundete Messingstange von 5 mm Dmr. Zwischen beiden befand sich eine 1,5 mm starke Hartgummischeibe, auf welche der Film aufgelegt wurde. Die obere Elektrode wird durch eine Feder auf den Film fest aufgedrückt.

Es wurden Gleich-, Wechsel- und Stoßspannung verwendet. Für die Auswertung sind die positiven Gleichspannungsfiguren brauchbarer als die negativen, da sie wesentlich größer sind. Wichtig ist bei Gleichspannung eine langsame Spannungsteigerung, damit man durch plötzliches Einschalten nicht eine Stoßfigur bekommt, welche von der Gleichspannungsfigur verschieden ist. Um saubere Figuren zu erhalten, ist die ungefähre Einhaltung bestimmter Schaltzeiten erforderlich. Bei höheren Spannungen genügen wenige Sekunden, bei niedrigerer Spannung ist etwa eine halbe Minute nötig.

a) Spannungsform.

Vergleichende Messungen ergaben, daß zwischen Gleich- und Wechselspannungsfiguren kein Unterschied vorhanden ist, sofern man alles auf Scheitelwerte bezieht. Eine Anzahl Versuche sind auch mit welliger Gleichspannung ausgeführt worden, auch diese gehorcht der eben genannten Gesetzmäßigkeit. Die Figurenradien in Abhängigkeit von der Scheitelspannung sind in Abb. 1 bei verschiedenen Drucken (s. Abschnitt b) aufgetragen. Der Zusammenhang ist, wie bekannt, linear; die Genauigkeit der Messungen betrug etwa ± 6 %.

Stoßspannung, welche mit einer üblichen Stoßspannungsanlage hergestellt wurde, ergab Werte, welche durchgehend um etwa 20 % höher lagen. Man findet die Stoßspannungswerte in Abb. 3 (wo umgekehrt wie in Abb. 1 der Druck als Abszisse, die Spannung als Parameter aufgetragen ist). Die Genauigkeit ist hier etwas geringer als bei Gleich- und Wechselspannung.

[1] Vgl. a. F. Hartje, ETZ 1932, S. 939 u. 1237. Müller-Hillebrandt, Siemens-Z. Bd. 7, S. 547 u. 605 (1927).
[2] Magnusson, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 756 (1930).
[3] Stekolnikoff u. Riaschenzef, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 491 (1932).
[4] T Toriyama, Proc. physic. math. Soc. Jap. Bd. 14, S. 430 (1932).

b) Luftdruck.

In Zusammenhang mit der vorangegangenen Frage ist die Druckabhängigkeit der Figurenradien untersucht worden. Zu diesem Zweck kam der Klydonograph unter eine Glasglocke, welche evakuiert werden konnte. Außerdem hielt die Glocke einen Überdruck von 10 cm Hg aus. Der Druckeinfluß ist auf Abb. 1 in Parameterdarstellung

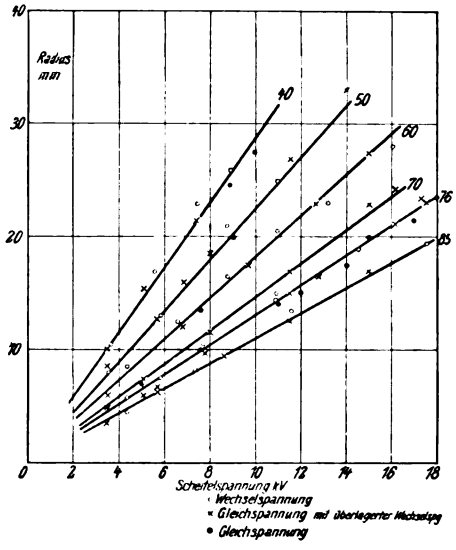


Abb. 1. Abhängigkeit des Figurenradius von der Spannung. Parameter: Luftdruck in cm Hg.

gegeben. Abb. 2 und 3 zeigen den Druck als Abszisse, den Figurenradius als Ordinate und die Spannung als Parameter. Die Einteilung ist eine doppelt logarithmische. Die Kurven in dieser Darstellung sind angenähert Geraden, u. zw. zeigt sich, daß der Radius etwa $p^{-4/5}$ (p Luftdruck) proportional zu setzen ist. Der untersuchte Druckbereich

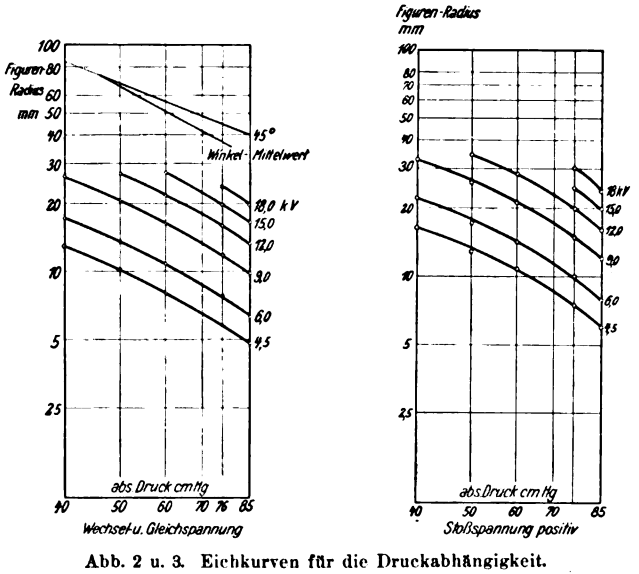


Abb. 2 u. 3. Eichkurven für die Druckabhängigkeit.

erstreckt sich von 40 ··· 85 cm Hg; diese Grenzen werden bei normalen Verhältnissen (auch im Hochgebirge) nicht überschritten.

c) Spannungsgrenzen.

Wichtig ist die Frage nach der unteren und oberen Spannungsgrenze für die Brauchbarkeit des Klydonographen. Obwohl im Schrifttum Figuren bis herab zu 2 kV

Digitized by Google

Betrieb gestattet sogar viel leichter mit unzulänglichen Bahnhöfen auszukommen als der Dampfbetrieb.

Der Elektrisierungsplan sieht die Einführung des elektrischen Betriebes auf folgenden Strecken vor: Wien—Salzburg, Wien—Graz, Wien Ostbahnhof—ungarische Grenze, einige Nebenlinien zwischen der Linie Wien—Graz und der Linie Wien—ungar. Grenze, Schwarzach-St. Veit—Spittal-Millstättersee (Tauernbahn[2]) und Bregenz—St. Margrethen. Diese Strecken umfassen eine Betriebslänge von 752 km, d. s. 14 % des gesamten Netzes. Bereits elektrisch betrieben sind 843 km (rd. 16 %), es wären also nach Ausführung dieses Planes rd. 30 % des Gesamtnetzes der Österr. Bundesbahnen (5351 km) elektrisiert. Durch Ausführung des angegebenen Elektrisierungsplanes würden bei einer Betriebsleistung wie der des Jahres 1929 rd. 760 000 t Kohle erspart werden können. Dies entspricht einem Betrag von rd. 16 Mill S. Durch die bisherige Elektrisierung werden rd. 9 Mill S jährlich für ausländische Steinkohle erspart, so daß insgesamt nach Ausführung des neuen Programms 25 Mill S im Jahr erspart werden könnten. Für den neuen Elektrisierungsplan wäre ein Gesamtaufwand von etwa 400 ··· 500 Mill S notwendig. Diese Angabe bewegt sich hauptsächlich deshalb in so weiten Grenzen, weil heute noch nicht feststeht, ob und in welchem Ausmaße Kraftwerksanlagen von den Bundesbahnen selbst zu errichten sein werden.

Die Linie Wien—Salzburg ist eine typische Mittelgebirgslinie und erreicht mit 11 ‰ ihre größte Neigung. Es besteht die Absicht, den Fahrdrahtstrom aus 6 Unterwerken zuzuführen (Rekawinkel, St. Pölten, Amstetten, Linz, Attnang-Puchheim, Steindorf). Man will die Unterwerke deshalb in die großen Eisenbahnknotenpunkte verlegen, um einerseits die unmittelbare Speisung der Bahnhöfe sichergestellt zu haben und anderseits die spätere Elektrisierung der hier einmündenden Anschlußlinien zu erleichtern. Der Oberbau und die Brücken dieser Strecke gestatten bei einigen Geschwindigkeitsbeschränkungen durchweg einen Achsdruck von 20 t.

Die Strecke Wien—Graz enthält die weltbekannte Semmeringstrecke, eine ausgesprochene Gebirgstrecke, in ihren anderen Teilen dagegen fast durchweg Flachlandstrecken. Für die Linie sind vier Unterwerke vorgesehen, u. zw. in Meidling, Wiener Neustadt, Semmering und Bruck a. d. Mur. Der Oberbau ist noch vielfach rückständig, besonders die Weichenanlagen sind veraltet.

Die Linie Wien Ostbahnhof—ungarische Grenze, eine Flachlandstrecke, deren Elektrisierung deshalb ins Auge gefaßt wurde, weil sie an eine ungarische z. T. bereits gegenwärtig elektrisierte Strecke anschließt, soll zu ihrer Speisung zwei Unterwerke erhalten, u. zw. eines in der Nähe Wiens und eines bei Bruck-Neudorf oder Parndorf.

Die Elektrisierung der genannten Nebenlinien ist im Zusammenhang mit der Elektrisierung der Linie Wien—Graz mehr oder weniger selbstverständlich, dienen sie doch besonders im Sonn- und Feiertagsverkehr und auch im Güterverkehr als Hilfs- und Entlastungslinien. Die Elektrisierung der Strecke Bregenz—St. Margrethen findet ihre Begründung in der Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Strecke Buchs—Rorschach der Schweizerischen Bundesbahnen.

Eine für die Elektrisierung besonders geeignete Strecke ist die 80,9 km lange Tauernbahn, eine typische Bergstrecke[2]. Als erster Schritt kommt bei der derzeitigen geldlichen Lage der Österreichischen Bundesbahnen nur die Teilstrecke Schwarzach-St. Veit—Mallnitz in Frage. Diese Teilstrecke kann mit ganz geringem Aufwand elektrisiert werden, zumal alle Vorarbeiten bereits geleistet wurden. Die Stromversorgung dieses Teiles kann durch das bestehende Unterwerk Schwarzach-St. Veit allein bestritten werden. Diese Teilstrecke wird voraussichtlich schon um die Jahreswende 1933/34 elektrisch betrieben werden.

Über die künftige Versorgung der einzelnen Strecken mit elektrischer Energie hat die Bundesbahnverwaltung sehr eingehende Unersuchungen angestellt. Bekanntlich kommt für die Elektrisierung eine Versorgung aus bahneigenen oder aus bahnfremden Kraftwerken in Frage. Von bahnfremder Seite bestehen zahlreiche Entwürfe über eine Energieversorgung der Bahn, zum Teil handelt es sich hier um Wasserkraftanlagen, zum Teil kommen auch Dampfkraftwerke mit Verheizung einheimischer Braunkohle in Betracht. Eine besondere Stellung nehmen die Entwürfe für die Donaukraftwerke ein, darunter an erster Stelle der des Werkes bei Ybbs-Persenbeug. Eine bahneigene Versorgung kommt für die Südbahn und auch für die Ostbahn wohl erst in zweiter Linie in Frage, für die Westbahn steht jedoch diese Art der Versorgung im Vordergrund.

Eine Reihe von energiewirtschaftlichen Untersuchungen hat gezeigt, daß es von großem Vorteil für die Sicherheit der Stromversorgung ist, ausgedehnte Strecken aus einem gemeinsam zusammenhängenden Netz zu speisen. Dieser Umstand sowie die großen Energieüberschüsse (im Jahre 1932 50 Mill kWh) im bahneigenen Netz westlich von Salzburg gaben Anregung zu einer Untersuchung über die Energieversorgung der Linie Wien—Salzburg unter weitgehender Mitverwendung bahneigener Energie. Nur für den östlichen Teil der genannten Linie müßte gegebenenfalls auch eine Fremdstromlieferung herangezogen werden. Schwieriger gestaltet sich die Energieversorgung der Südbahnstrecke Wien—Graz.

Im Lokomotiv- und Triebwagenbau ist man nun, gestützt auf die jahrelangen Erfahrungen auf den bereits elektrisierten Linien, bestrebt, eine Vereinheitlichung durchzuführen, wodurch dann die Möglichkeit einer Austauschwirtschaft geschaffen würde. Die letzten Lokomotivbestellungen sind bereits unter Berücksichtigung dieses Planes erfolgt. Der Gedanke der Vereinheitlichung soll sich unter anderem auch in der Weise auswirken, daß jede der in Betracht kommenden inländischen Firmen jede Lokomotivbauart nach den gleichen Zeichnungen auszuführen imstande ist. Die vier großen österreichischen Elektrofirmen haben mit den Bundesbahnen gemeinsam zunächst Entwürfe für zwei Einheitsmotortypen ausgearbeitet und dann auch die Vereinheitlichung der übrigen elektrischen Einrichtungen in Angriff genommen.

Die geplanten Einheitsformen beziehen sich auf eine Personen- und Güterzuglokomotive, Achsfolge Bo-Bo, von welcher vor kurzem 4 Stück bestellt worden sind, eine Schnellzuglokomotive, Achsfolge 1 Do 1, und einen Gepäcktriebwagen, Achsfolge Bo-2. Die erstgenannte Personen- und Güterzuglokomotive Bo-Bo ist den im Betrieb stehenden Lokomotiven der Reihe 1170.100 ähnlich. Ihre Dauerleistung beträgt rd. 1800 PS, die Stundenleistung 2100 PS, der größte Achsdruck erreicht 19,8 t, die Höchstgeschwindigkeit 80 km/h. Die Lokomotive soll Einzelachsantrieb erhalten mit 4 Motoren nach der Einheitsbauart von je 400 kW bei 840 U/min. Die Lokomotive erhält den Hohlwellen-Federantrieb, Bauart Sécheron. Die Schnellzuglokomotive 1 Do 1 erhält je Achse einen Doppelmotor von 2 · 340 kW Leistung, der Antrieb erfolgt voraussichtlich durch den bei deutschen Schnellzuglokomotiven bewährten Federantrieb Bauart AEG—Kleinow. Die Lokomotive wird eine Stundenleistung von rd. 3600 PS aufweisen. Die Höchstgeschwindigkeit soll 100 km/h, der größte Achsdruck 20 t betragen. Der Gepäcktriebwagen Bo-2 erhält als Triebmotoren die neue Einheitstype mit einer Stundenleistung von 340 kW bei 840 U/min und voraussichtlich Tatzenlagerantrieb. Die Stundenleistung des Wagens wird 925 PS sein. Die Höchstgeschwindigkeit wird 80 km/h, der Triebachsdruck rd. 17 t betragen.

[2] ETZ 1933, S. 336 u. 504.

Natrium als Leitermaterial.

Ein chemisches Werk in Midland, V. S. Amerika, hat für die Fortleitung hoher Ströme (4000 A) seit dem 1. I. 1931 eine Leitung im Betrieb, die aus Eisenrohren, gefüllt mit metallischem Natrium, besteht[1]. Es handelt sich hierbei um die praktische Ausführung eines Gedankens, der erstmalig schon kurz nach der Jahrhundertwende auftauchte. Der spezifische Widerstand des Natriums ist zwar fast der dreifache von Kupfer, dafür ist aber sein spezifisches Gewicht neunfach kleiner. Der Kostenvergleich für eine 259 m lange Leitung ergab, daß man bei der Natriumleitung 9 % sparen konnte. Die Leitung besteht aus zwei 100 mm-Eisenrohren mit Natriumfüllung. Die Einzelheiten dieser Leitung, insbesondere ihr Bau, ihre Aufhängung, die Art der Stromanschlüsse und das Füllen der Rohre mit dem zunächst geschmolzenen Natriummetall unter Verwendung einer Stickstoffatmosphäre, werden ausführlich beschrieben. Kostenanschläge, die einen Vergleich mit Kupferkabelleitungen geben, schließen sich an. *Egr.*

[1] R. H. Boundy, Vortrag in der Electrochemical Society, Sept. 1932, Preprint 62 2.

Digitized by Google

Untersuchung über die Wirkungsweise des Klydonographen.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Berlin.)

Von Eric Wilkinson aus Liverpool.

Übersicht. Die Ausbildung der Lichtenbergschen Figuren wird hinsichtlich der Einflüsse von Spannungsform und -grenze, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Entwicklungsart untersucht. Es werden weiter Klydonogramme mit Verschiebung des Films während der Aufnahme gewonnen und eine Form des Klydonographen mit definierter Feldverteilung gegeben.

Einleitung.

In neuester Zeit wird verschiedentlich über die Lichtenbergschen Figuren gearbeitet[1], was damit zusammenhängt, daß sie im Klydonographen eine praktische Anwendung gewonnen haben. Von den verschiedenen Arbeiten seien hier einige herausgegriffen. C. E. Magnusson[2] untersucht die Ablenkbarkeit des Einzelstrahles durch magnetische Felder und findet auf diese Weise, daß es sich um Bahnen von Elektronen handelt. J. Stekolnikoff und K. Riaschenzef[3] untersuchen die Druckabhängigkeit und finden, daß die größten und zugleich deutlichsten Figuren bei 20 mm Hg zu erhalten sind. Y. Toriyama[4] verwendet die Staubfiguren und untersucht mit ihrer Hilfe einerseits die zeitlichen Vorgänge der einzelnen Phasen bei der Entladung in Luft, anderseits die Entladung in Öl.

Trotz dieser Arbeiten ist der Vorgang bei der Entstehung der Figuren noch ungeklärt; außerdem läßt die Meßgenauigkeit des Klydonographen noch zu wünschen übrig. Das an sich sehr einfache Instrument hat gerade in Deutschland noch verhältnismäßig wenig Eingang gefunden. Aus diesen Gründen sind die vorliegenden Untersuchungen vorgenommen worden, die zunächst den Einfluß der Arbeitsbedingungen des Klydonographen auf seine Eichkurve klären sollten; außerdem sind auch einige Versuche angestellt worden, welche geeignet sind, einiges Licht auf den Mechanismus der Entstehung der Lichtenbergschen Figuren zu werfen.

1. Der Klydonograph bei verschiedenen Bedingungen.

Der Aufbau des Klydonographen, der für die folgenden Versuche verwendet wurde, war der übliche. Die untere Elektrode war eine Messingplatte, die obere eine abgerundete Messingstange von 5 mm Dmr. Zwischen beiden befand sich eine 1,5 mm starke Hartgummischeibe, auf welche der Film aufgelegt wurde. Die obere Elektrode wird durch eine Feder auf den Film fest aufgedrückt.

Es wurden Gleich-, Wechsel- und Stoßspannung verwendet. Für die Auswertung sind die positiven Gleichspannungsfiguren brauchbarer als die negativen, da sie wesentlich größer sind. Wichtig ist bei Gleichspannung eine langsame Spannungsteigerung, damit man durch plötzliches Einschalten nicht eine Stoßfigur bekommt, welche von der Gleichspannungsfigur verschieden ist. Um saubere Figuren zu erhalten, ist die ungefähre Einhaltung bestimmter Schaltzeiten erforderlich. Bei höheren Spannungen genügen wenige Sekunden, bei niedrigerer Spannung ist etwa eine halbe Minute nötig.

a) Spannungsform.

Vergleichende Messungen ergaben, daß zwischen Gleich- und Wechselspannungsfiguren kein Unterschied vorhanden ist, sofern man alles auf Scheitelwerte bezieht. Eine Anzahl Versuche sind auch mit welliger Gleichspannung ausgeführt worden, auch diese gehorcht der eben genannten Gesetzmäßigkeit. Die Figurenradien in Abhängigkeit von der Scheitelspannung sind in Abb. 1 bei verschiedenen Drucken (s. Abschnitt b) aufgetragen. Der Zusammenhang ist, wie bekannt, linear; die Genauigkeit der Messungen betrug etwa ± 6 %.

Stoßspannung, welche mit einer üblichen Stoßspannungsanlage hergestellt wurde, ergab Werte, welche durchgehend um etwa 20 % höher lagen. Man findet die Stoßspannungswerte in Abb. 3 (wo umgekehrt wie in Abb. 1 der Druck als Abszisse, die Spannung als Parameter aufgetragen ist). Die Genauigkeit ist hier etwas geringer als bei Gleich- und Wechselspannung.

b) Luftdruck.

In Zusammenhang mit der vorangegangenen Frage ist die Druckabhängigkeit der Figurenradien untersucht worden. Zu diesem Zweck kam der Klydonograph unter eine Glasglocke, welche evakuiert werden konnte. Außerdem hielt die Glocke einen Überdruck von 10 cm Hg aus. Der Druckeinfluß ist auf Abb. 1 in Parameterdarstellung

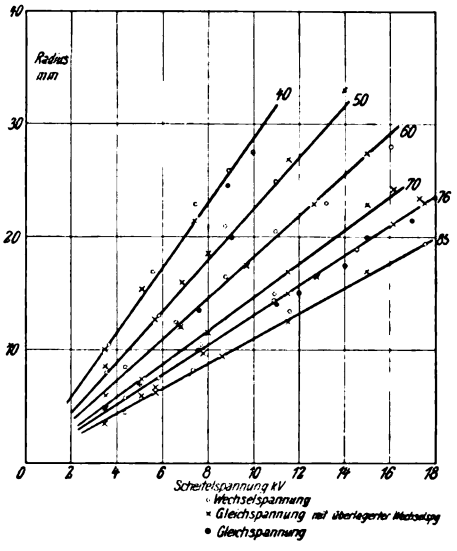
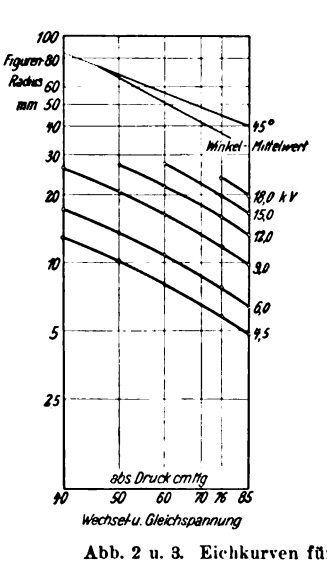


Abb. 1. Abhängigkeit des Figurenradius von der Spannung. Parameter: Luftdruck in cm Hg.

gegeben. Abb. 2 und 3 zeigen den Druck als Abszisse, den Figurenradius als Ordinate und die Spannung als Parameter. Die Einteilung ist eine doppelt logarithmische. Die Kurven in dieser Darstellung sind angenähert Geraden, u. zw. zeigt sich, daß der Radius etwa $p^{-4/5}$ (p Luftdruck) proportional zu setzen ist. Der untersuchte Druckbereich



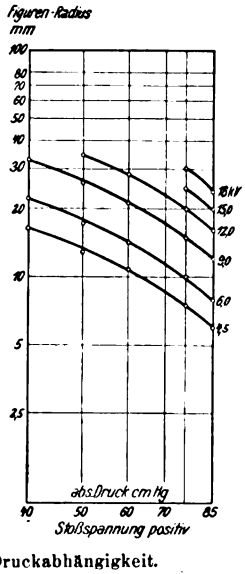


Abb. 2 u. 3. Eichkurven für die Druckabhängigkeit.

erstreckt sich von 40 ··· 85 cm Hg; diese Grenzen werden bei normalen Verhältnissen (auch im Hochgebirge) nicht überschritten.

c) Spannungsgrenzen.

Wichtig ist die Frage nach der unteren und oberen Spannungsgrenze für die Brauchbarkeit des Klydonographen. Obwohl im Schrifttum Figuren bis herab zu 2 kV

[1] Vgl. a. F. Hartje, ETZ 1932, S. 939 u. 1237. Müller-Hillebrandt, Siemens-Z. Bd. 7, S. 547 u. 605 (1927).
[2] Magnusson, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 756 (1930).
[3] Stekolnikoff u. Riaschenzef, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 491 (1932).
[4] T Toriyama, Proc. physic. math. Soc. Jap. Bd. 14, S. 430 (1932).

Digitized by Google

beschrieben worden sind[5], so ist diese Grenze nur theoretisch, da unterhalb von 5 kV der Radius zu klein ist, um die erforderliche Genauigkeit zu gewährleisten. Nach unserer Erfahrung dürfte demnach 5 kV die untere Grenze sein.

Was die obere Grenze betrifft, so wird sie in der Literatur vielfach mit 18 kV angegeben. Darüber hinaus sollen die Figuren unsymmetrisch und daher unbrauchbar sein, weil der Radius nicht eindeutig abzulesen ist. Um das nachzuprüfen, bauten wir einen größeren Klydonographen und steigerten die Gleichspannung bis 40 kV. Hierbei zeigte es sich, daß das von der oberen Elektrode ausgehende Sprühen so viel Licht erzeugt, daß dadurch die photographische Platte z. T. verschleiert wird. Es wurde daher mittels einer Hartgummiplatte (Abb. 4) die empfindliche Schicht abgeschirmt; die Verschleierung fällt bei dieser Anordnung tatsächlich fort. Die Vervollständigung der Eichkurve für Atmosphärendruck ist auf Abb. 5 gegeben. Die Figuren waren bei Gleichspannung durchaus gleichmäßig und auswertbar, die Kurve läuft bis 42 kV geradlinig weiter. Höhere Spannungen hielt dieser Klydonograph nicht aus. Es mag indessen erwähnt werden, daß diese Erweiterung bei Stoßspannung nicht möglich ist, hier werden die Figuren in der Tat unregelmäßig.

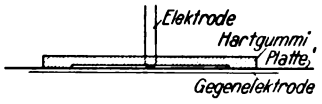


Abb. 4. Vermeidung des Schleiers.

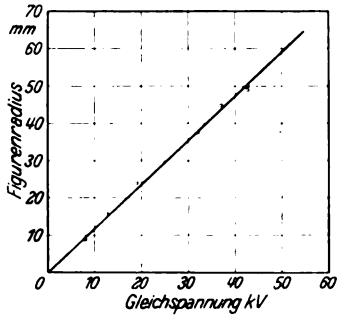


Abb. 5. Eichkurve bei Atmosphärendruck.

d) Luftfeuchtigkeit.

Die Versuche wurden wiederum unter einer Glasglocke ausgeführt, der Glockenraum wurde mittels Wassers möglichst feucht oder mittels Phosphorpentoxyds möglichst trocken gehalten. Die erzielten relativen Feuchtigkeiten betrugen, mit einem Haarhygrometer gemessen, 85 bzw. 30 %. Messungen mit Gleich-, Wechsel- und Stoßspannung zeigten keinerlei Abweichung von den bei normaler Zimmerfeuchtigkeit ausgeführten Messungen. Die Luftfeuchtigkeit ist also ohne Einfluß.

e) Temperatur.

Auch hier wurden zwei Extrempunkte untersucht, der eine lag über, der andere unter Zimmertemperatur. Beim Warmversuch war die Temperaturverteilung allerdings keine sehr gleichmäßige, sie schwankte in den verschiedenen Teilen des Instrumentes zwischen 57 und 43 ° C; beim Kaltversuch betrug sie 6 ° C. Die gemessenen Radien wichen von den Normalwerten nicht ab, so daß auch hier kein Einfluß nachzuweisen war.

f) Entwicklungsart.

Vergleichende Versuche zeigten, daß auch die Entwicklungszeit und die Konzentration des Entwicklers, solange sie in normalen Grenzen bleiben, keinen Einfluß auf den Figurenradius haben. Nur bei ganz extremen Entwicklungszeiten sind geringe Änderungen vorhanden, abgesehen davon, daß bei schwacher Entwicklung die Figuren überhaupt undeutlich und schwer lesbar werden.

2. Wirkungsweise des Klydonographen.

a) Verschiebung des Films während der Aufnahme.

Es wurde der Versuch gemacht, den Film, der zur Aufnahme diente, während der Spannungseinwirkung zu verschieben. Auf diese Art werden die Figuren zeitlich auseinandergezogen, und es besteht die Möglichkeit, daß man Einzelheiten sieht, welche bei der Aufnahme mit ruhendem Film verdeckt werden. Zu diesem Zweck waren zwei Filmrollen in dem Klydonographen eingebaut, deren eine von außen durch einen Elektromotor angetrieben werden konnte. Der abrollende Film hatte eine Geschwindigkeit von etwa 200 cm/s.

Die Aufnahmen mit Wechselspannung wurden außerdem mit oszillographischen Spannungsaufnahmen verbunden, um zu sehen, mit welcher Spannungsphase die einzelnen Figurenabschnitte zusammenfallen. Zu diesem Zweck wurde ein Schleifenoszillograph verwendet, dessen Lichtstrahl mittels eines schmalen am Klydonographengehäuse angebrachten Schlitzes auf den Filmstreifen geworfen wurde. Auf diese Weise sind Figur und Oszillogramm nebeneinander zu sehen.

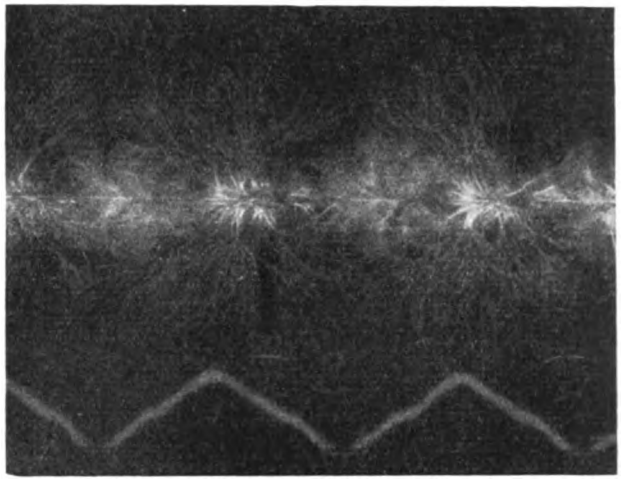


Abb. 6. Wechselspannung 12,5 kV_{max}. Unten die Spannungskurve.

Auf Abb. 6 und 7 sind je eine Wechsel- und Gleichspannungsaufnahme zu sehen, mit 12,5 kV_{max} bzw. 9 kV. Man sieht an beiden kontinuierliche Figuren. Bei der Wechselspannung sind sie mit der Spannung streng in Phase; sie sind eine halbe Periode lang positiv, eine halbe Periode lang negativ und nehmen mit der Spannung gleichzeitig ab und zu. Die positive Gleichspannungsfigur macht auch einen durchaus kontinuierlichen Eindruck. In anderen Fällen scheinen die Gleichspannungsfiguren eine Periodizität

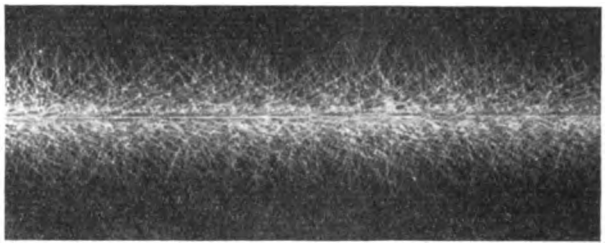


Abb. 7. 9 kV Gleichspannung. Aufnahme auf bewegtem Film.

aufzuweisen, was vielleicht durch eine periodische Aufladung des Klydonographen infolge endlichen Vorschaltwiderstandes erklärt werden kann. Wir bringen hier diese Versuche hauptsächlich aus methodologischem Interesse, eine wesentlich neue Erkenntnis haben sie bis jetzt nicht gezeitigt. Man könnte vielleicht aus dem Abbiegen einzelner Entladungsbahnen der positiven Figuren zur jeweils benachbarten (Abb. 6) folgern, daß die Entladung bereits vorausgegangene Bahnen bevorzuge, indessen haben besondere Kontrollversuche diese Vermutung nicht bestätigt.

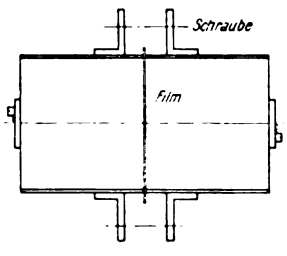


Abb. 8. Zylindrischer Klydonograph.

Abb. 9. 9,8 kV Stoßspannung.

b) Neue Klydonographenform mit definierter Feldverteilung.

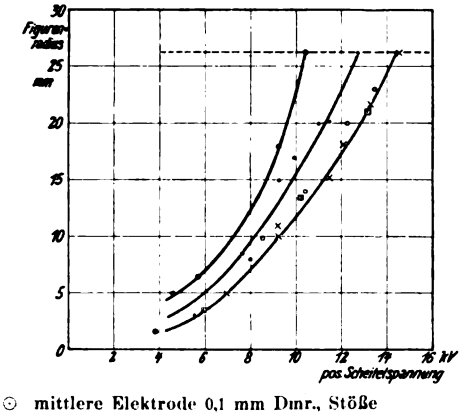
Während die übliche Anordnung den Nachteil hat, daß man die Feldverteilung nur schwer übersehen kann, läßt

[5] S. Melsom, A. Arman, W. Bibby, J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 1476 (1930).

Digitized by Google

sich eine abweichende Anordnung bauen, welche diesen Mangel nicht aufweist: Der Draht liegt in der Achse eines Metallzylinders (Abb. 8), der in der Mitte durchlochte Film wird senkrecht zur Achse angebracht. Der Zylinder besteht aus zwei Hälften, welche mit Schrauben auf den Film aufgedrückt werden. Es zeigte sich hierbei, daß der Drahtradius unterhalb eines gewissen Wertes bleiben muß. Bei größerem Durchmesser erhält man entweder gar nichts oder, sobald die Ionisierungsfeldstärke erreicht wird, vollständigen Durchschlag. Bei dünnen Drähten erhält man verhältnismäßig saubere Figuren, wie z. B. Abb. 9 zeigt (0,5 mm Dmr., 9,8 kV Stoßspannung). Die Anordnung muß also genügend inhomogen sein.

Es wurden Eichkurven aufgenommen, u. zw. bei 0,1, 0,5 und 2,5 mm Dmr. des Drahtes (Abb. 10). Die Kurven



⊙ mittlere Elektrode 0,1 mm Dmr., Stöße
● „ „ 0,5 mm Dmr., „
× „ „ 2,5 mm Dmr., „
○ „ „ 2,5 mm Dmr., Gleichspannung
⊡ „ „ 2,5 mm Dmr., Wechselspannung

Abb. 10. Eichkurven des zylindrischen Klydonographen.

verlaufen nicht geradlinig wie sonst, eher quadratisch. Es kommt auch hier nur auf den Scheitelwert der Spannung an. Man kann versuchen, einen Zusammenhang zwischen Radius und Feldstärke zu finden. Das ist allerdings ohne Berücksichtigung der Raumladung nicht möglich. Man könnte zunächst meinen, daß die Figur radial bis zur Erreichung einer gewissen Grenzfeldstärke anwächst. Bei gegebener Spannung müßte dann aber der Radius mit dem Drahtdurchmesser abnehmen, jedoch ist, wie aus Abb. 10 ersichtlich, das Umgekehrte der Fall. Es wurde auch versucht, zwischen der höchsten Feldstärke am Draht (raumladungsfreies Feld angenommen) bzw. der mittleren Feldstärke und dem Figurenradius einen Zusammenhang zu finden, jedoch gleichfalls erfolglos. Die Weitererforschung dieser Zusammenhänge würde jedenfalls für die Theorie der Raumladung an festen Grenzflächen wichtig sein.

Daß die durch den Film gegebene feste Grenzfläche sehr wesentlich ist, und daß man es nicht einfach mit jener Entladung zu tun hat, wie sie in freier Luft als Korona zutage tritt, läßt sich zeigen, wenn man um den Draht ein kreisförmiges Loch in den Film schneidet. Abb. 11 zeigt ein solche Aufnahme (2,5 mm Dmr., 12,2 kV). Der zugehörige Radius, wie aus Abb. 10 zu ersehen, würde 18 mm betragen. Es sind aber nur einige kurze und schwache Bahnen zu sehen, was dafür spricht, daß die normale Lichtenbergsche Figur in ihrem Entstehen an das Vorhandensein der festen Grenze gebunden ist. So hohe Raumladungen können sich in freier Luft wahrscheinlich gar nicht ausbilden, deshalb hat auch die Korona kleinere Abmessungen als eine Lichtenbergsche Figur.

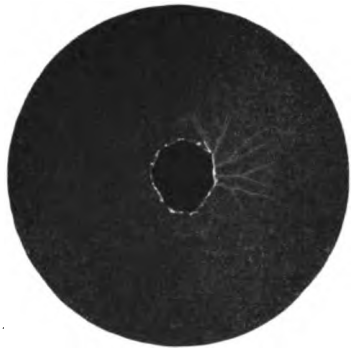


Abb. 11. 12,2 kV bei durchlochtem Film. Anordnung der Abb. 8.

Zusammenfassung.

Der Radius der Lichtenbergschen Figuren ist bei Gleich- und Wechselspannung nur von dem Scheitelwert abhängig, bei Stoßspannung liegen die Radien um etwa 20 % höher. Der Luftdruck hat einen großen Einfluß. Die Radien r nehmen mit abnehmenden Druck p nach dem Gesetz $r \sim p^{-4/3}$ zu. Bei Gleichspannung konnten regelmäßige Figuren bis 42 kV erhalten werden. Die Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Entwicklungsweise haben auf die Eichkurven keinen Einfluß. Es werden einige orientierende Versuche beschrieben, die für die Theorie der Erscheinung von Interesse sind.

Herrn Präsidenten K. W. Wagner bin ich für die mir im Heinrich-Hertz-Institut gewährte Gastfreundschaft, Herrn Prof. Salinger für vielfache wertvolle Ratschläge und förderndes Interesse an dieser Arbeit zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Der Sofortbetrieb im Fernverkehr und das vereinigte Melde- und Fernplatz-Verfahren (CLR).

Von A. Čapek, Antwerpen.

(Fortsetzung von S. 608.)

B. Die Abhängigkeit der VMF-Ämter von den Eigenschaften des Fernverkehrs und des Fernleitungsnetzes.

1. Einfluß der Überlastung der Ortsnetze auf den VMF-Betrieb.

Die Anzahl der Teilnehmeranrufe je Leitung ist je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden, und die entsprechende Belastung der Ortsnetze kommt durch einen höheren oder niedrigeren Prozentsatz der Besetztfälle zum Ausdruck. Es ist nun die Frage, inwieweit die schwankende Anzahl der Besetztanrufe die einzelnen Fernbetriebsarten bzw. die Belastungsmöglichkeit der Fernleitungsbündel beeinflußt, und es empfiehlt sich, etwas darüber zu sagen, bevor das wichtigste Problem — nämlich die Belastungsfähigkeit der Fernleitungen — untersucht wird.

Es sei hier besonders hervorgehoben, daß beim Warteverkehr die Fernverbindungen in der Regel vorbereitet werden können, und daß dabei die Abgangsbeamtin meistens mehrere Verbindungen auf einmal im Ankunftsamte bestellt. Es ist daher nicht nötig, daß Anrufe, die auf besetzte Teilnehmer stoßen, die Belastung der betreffenden Fernleitung merklich beeinflussen (s. a. C 5). Anders ist es aber beim Sofortverkehr, weil solche Verbindungen nicht vorbereitet werden können und weil demnach alle mißglückten Anrufe die Fernleitungen voll belasten. Die Zeit, die für diese — manchmal auch wiederholten — Versuche während der HVSt verloren geht, muß demnach als Zusatzlast zu der Gesamtbelegung eines Fernleitungsbündels gewertet werden. Für die Leistungsfähigkeit der Fernleitungen im Sofortverkehr ist es daher viel wichtiger als im Warteverkehr, die Überlastung des Ortsnetzes zu vermeiden, und es empfiehlt sich daher auch, den Prozentsatz der Besetztanrufe während der HVSt vor der Einführung einer wartezeitlosen Betriebsweise zu ermitteln.

Der Prozentsatz der Besetztfälle für den Ortsverkehr kann durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung oder aber durch tatsächliche Zählung errechnet werden. Für die Fernverbindungen gelten aber die auf solche Weise erhaltenen Ziffern nicht mehr, weil sich der Fernverkehr hauptsächlich nur zwischen größeren Geschäften und Industriehäusern abwickelt, so daß der Prozentsatz der Besetztfälle, vom Fernamt aus gezählt, verhältnismäßig hoch ist. Mathematisch kann nun diese Aufgabe nicht erfaßt werden, und es bleibt nur die Zählung im Betrieb übrig. Für das Reichspostgebiet wurden seinerzeit z. B. von den im Fernverkehr verlangten Teilnehmerleitungen

Digitized by Google

in der HVSt im Mittel 8 % als ortsbelegt, dagegen aber 13 % als fernbelegt gefunden.

Verhältnismäßig hohe Werte kommen überall dort leicht vor, wo z. B. die Grenzen für die Höchstbelastung der einzelnen Teilnehmerleitungen von der Verwaltung zwar festgelegt sind, wo aber die Teilnehmer nicht gezwungen werden, weitere Leitungen zu nehmen, wenn die Höchstzahl der Gespräche überschritten wird. Sofern man aber von diesen Fällen absieht, bleibt der Prozentsatz der Besetztfälle unter 10 % (s. a. C 5).

Man sucht nun oft den Einfluß der Besetztfälle auf den Fernverkehr durch die sog. Fernamtstrennung oder das Anbotverfahren unwirksam zu machen; ob dies zu empfehlen ist, wird in einem besonderen Abschnitt auseinandergesetzt.

2. Die zulässige Belastung der Fernleitungen im Warte- und Sofortbetrieb.

Jeder Fernleitungszug besitzt einen gewissen Tagesverkehr mit einer bestimmten bezahlten Gesamtsprechzeit. Die Fernleitungen werden aber außerdem noch während der Herstellung der Verbindung besetzt gehalten, und zwar für den Dienstverkehr zwischen den Fernbeamtinnen sowie auch während der Zeit zwischen Anruf und Antwort der Teilnehmer und nach Beendigung des Gespräches; ferner bei Durchgangsverbindungen besonders lange für deren Vorbereitung.

Die Summe dieser Faktoren — ausgedrückt in Minuten für die HVSt — bildet die sog. Belegzeit, die oft auch mit „TC" bezeichnet wird. Mit Hilfe dieser Ziffer und unter Annahme eines erlaubten Prozentsatzes der verzögerten Verbindungen während der HVSt kann man nun die benötigte Anzahl von Fernleitungen aus den bekannten Leistungskurven herausfinden, wie solche allgemein für die Berechnung der Wähleranzahl in den S.A.-Ämtern seit Jahren benutzt werden. Es wird zwar manchmal behauptet, daß sich solche Kurven, die für Ortsgespräche entwickelt wurden, für die Fernverbindungen, die viel länger dauern, nicht gut eignen. Im allgemeinen kann man aber behaupten, daß es keinen großen Unterschied macht, ob die Durchschnittslänge einer Gesprächseinheit 2 min beträgt wie im Ortsverkehr, oder aber 3 bis 5 min (einschl. Herstellungszeit) wie im Fernverkehr.

Es kommen wohl außerordentlich lange Ferngespräche vor, diese sind aber verhältnismäßig wenig zahlreich, denn durchschnittlich nur etwa 5 ··· 6 % aller Fernverbindungen dauern länger als 10 ··· 15 min. Die im Fernverkehr gangbare Zeitzählung hält nämlich die Zahl solcher Gespräche in engen Grenzen, wogegen die im Ortsverkehr übliche Stückzählung dem Teilnehmer in dieser Hinsicht freien Spielraum läßt.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung kann aber in diesem Falle nur beim Sofortverkehr benutzt werden, weil nur ein solcher dem Ortsverkehr ähnlich ist. Sie paßt dagegen nicht für den Warteverkehr, weil die Leistung einer Fernleitung in dieser Betriebsweise nicht von der Anzahl der zugelassenen Besetzfälle abhängt, sondern von der Anzahl der Fernleitungen, die an einen Platz angeschlossen werden, und dadurch auch von der Leistung der betreffenden Beamtin. Die volle Leistungsfähigkeit kann daher beim Warteverkehr nur dann aus einer Fernleitung herausgewirtschaftet werden, wenn man sie allein an eine Beamtin zur ausschließlichen Bedienung überweist. Dies zahlt sich aber nur für sehr lange Leitungen aus, sonst werden im Warteverkehr je nach der Länge 2 ··· 10 Leitungen an einen Arbeitsplatz angeschlossen — im Durchschnitt etwa 3 ··· 5. Dadurch wird die sonst im Warteverkehr mögliche Leistung bedeutend heruntergedrückt, und zwar gilt dies für alle Leitungen unter 500 ··· 600 km Länge.

a) Leistungskurven für den Warteverkehr. Jede Verwaltung benutzt für ihre Zwecke besondere Leitsätze für die zulässige Belastung der verschiedenen Leitungsarten, bei welchen die niedrigsten Gesamtbetriebskosten zu erzielen sind. Als brauchbare Mittelwerte können hier diejenigen Ziffern zugrunde gelegt werden, wie sie im „Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens" enthalten sind (Bd. 1, S. 466). Danach sind für Fernleitungen im Warteverkehr zugelassen:

bis zu	25 km	40	Gespräche
„ „	50 „	50	„
„ „	100 „	60	„
„ „	200 „	70	„
„ „	400 „	80	„
„ „	600 „	90	„
über	600 „	100	„

Die höhere Leistungsfähigkeit der längeren Fernleitungen in dieser Belastungsliste ist, wie schon erwähnt, durch die geringere Zuteilung solcher Leitungen an eine Beamtin gegeben.

Als mittlere Dauer dieser Gespräche — einschl. Herstellungszeit — kann man wohl rd. 4,7 min annehmen. Diese Ziffer schließt schon eine höhere durchschnittliche Länge während der HVSt ein (s. unter B 3) und nimmt auch gleichzeitig Rücksicht auf die hier festgelegte Höchstbelastung von 100 Gesprächen am Tag. Für Vergleichszwecke empfiehlt es sich nun, die einzelnen Leistungen nach der Belegung je Arbeitsplatz abzustufen, wobei aber natürlich die zugehörige Leitungslänge ebenfalls zum Ausdruck kommen muß. Bei dieser Umrechnung der Werte des „Handwörterbuchs" ist folgendes zu berücksichtigen:

a 1) die Höchstleistung von 100 Gesprächen am Tag entspricht einer Zuweisung von einer Fernleitung je Arbeitsplatz und $100 \cdot 4{,}7 = 470$ Belegminuten im Tag. Wenn man nun das für den Fernverkehr allerdings nicht immer zutreffende Verhältnis vom HVSt-Verkehr zu dem Gesamttagesverkehr mit 1 : 8 zugrunde legt, erhält man 58,7 Belegminuten und rd. 12 Verbindungen in der HVSt als Höchstleistung für eine Fernleitung — gültig für Längen von 500 ··· 600 km und mehr.

a 2) Als eine zweite Leistungsgrenze kann man die Platzbelegung mit 4 durchschnittlich 60 km langen Fernleitungen betrachten, weil eine weitere Zuteilung der Leitungen (5 ··· 10) die Leistung der Beamtin in der HVSt nicht mehr erhöhen kann. In diesem Falle kann eine Durchschnittsleistung von 32 Verbindungen je Beamtin und HVSt erzielt werden, und dies entspricht 8 Gesprächen mit einer Gesamtbelegzeit von 37,6 je Leitung und HVSt. Diese Ziffer ist, nebenbei bemerkt, etwas höher als jene des „Handwörterbuches", sie wird aber im Betrieb im unmittelbaren Verkehr leicht erzielt.

a 3) Für Belegungen von 5 ··· 10 Fernleitungen je Arbeitsplatz gelten demnach als Höchstleistung ebenfalls nur 32 Verbindungen in der HVSt, und die Leistungen der Fernleitungen sind entsprechend den Zuteilungen am Arbeitsplatz leicht zu berechnen. Die Werte, welche auf diese Weise ermittelt werden, sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt (s. a. Abb. 6):

Zahlentafel 1. Höchstbelastungen der Fernleitungen und Arbeitsplätze im Warteverkehr.

Anzahl der Fernleitungen je Platz	Länge der Fernleitungen	Leistung in der HVST (unmittelbare Verbindungen zu 4,7 min)		Belegminuten in der HVSt je Leitung
		je Leitung	je Platz	
1	600 km u. mehr	12	12	56,4
2	500 ··· 400 „	10	20	47
3	300 ··· 100 „	9	27	42,3
4	60 „	8	32	37,6
5 ··· 10	25 „	6,4 ··· 3,2	32	30 ··· 15

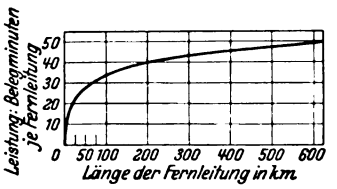


Abb. 6. Leistung einer Fernleitung im Warteverkehr (gegeben durch die übliche Platzbelegung und ohne Rücksicht auf die Größe des Leitungsbündels).

Diese Werte sind im allgemeinen, wie schon erwähnt, unabhängig von der Größe des Bündels. Die Leistungen je Leitung oder je Platz sind dabei in unmittelbaren Verbindungen zu 4,7 min Gesprächs- und Herstellungszeit angegeben. Falls auch Durchgangsgespräche über die Fernleitungen geführt werden, muß natürlich auch eine entsprechend höhere Belegdauer für diesen Teil der Belastung zugrunde gelegt werden.

b) Leistungskurven für den Sofortverkehr. Im Ortsverkehr werden in der Regel 1 ··· 3 % wahrscheinliche Besetztfälle der Verbindungswege in der HVSt zugrunde gelegt, und man kann demnach für den Sofortverkehr einen Prozentsatz mit Recht zulassen, ohne daß irgendeine Stauung des Verkehrs zu befürchten wäre. Dieser Satz kann um so eher benutzt werden, weil in einem richtig angelegten Fernleitungsnetz Umwege benutzt werden können, im Falle der unmittelbare Leitungszug besetzt ist (s. B. 6). Mit 5 % zugelassenen Besetztfällen brauchen demnach im Sofortbetrieb keine Fernverbindungen wegen Mangels an Absatzwegen aufgeschoben zu werden, und es ist nur die Aufgabe der Aufsicht, dahin zu wirken, daß die vorhandenen Doppelwege nach Bedarf auch tatsächlich benutzt werden.

Digitized by Google

Abb. 7 zeigt nun die Leistungskurve für die verschiedenen Leitungsbündel im Sofortverkehr, welche diesen zugelassenen 5 % Belegtfällen im unmittelbaren Verkehr entspricht, und in Abb. 8, Schaulinie *a*, sind die betreffenden Werte für eine Fernleitung und entsprechend der Größe des Bündels umgerechnet. Diese theoretischen Leistungen sind aber für die Praxis und für Vergleichzwecke mit den entsprechenden Leistungen für den Warteverkehr noch nicht verwendbar, und zwar aus folgenden Gründen:

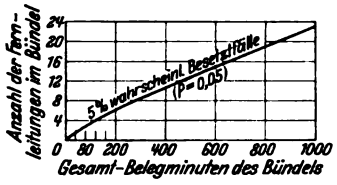
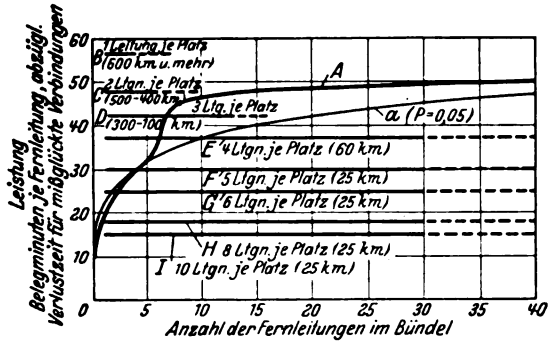


Abb. 7. Leistung eines Fernleitungsbündels im Sofortverkehr.

b 1) Im Gegensatz zum Warteverkehr werden im Sofortverkehr die Fernleitungen durch die mißglückten Verbindungen — wie Belegtfälle usw. — selbst belastet (s. B 1). Da nun angenommen werden kann, daß aus diesem Grunde im Mittel 10 ··· 20 % der Verbindungen nicht



a, *A* Leistungen im Sofortverkehr *B* ··· *I* Leistungen im Warteverkehr

Abb. 8. Leistung der Fernleitungen im Sofort- und Warteverkehr.

zur Ausführung kommen, muß man die Leistungen für den Sofortverkehr entsprechend ermäßigen, und zwar um den Zeitverlust, den solche 1 ··· 2 mißglückten Herstellungsversuche in der HVSt je Fernleitung verursachen, d. i. um etwa 1 min bei kleinen und 2 min bei großen Bündeln.

b 2) Wenn es sich um Bündel mit mehr als 4 ··· 5 Leitungen handelt, kann die VMF-Beamtin den rufenden Teilnehmer ½ ··· 1 min lang mit dem Hörer am Ohr warten lassen, im Falle alle Fernleitungen dieser Gruppe vorübergehend besetzt sind. Dieser große Betriebsvorteil kann natürlich mathematisch nicht ausgedrückt werden, die Beamtin kann aber auf diese Weise die Leistungsfähigkeit aller Bündel über 4 ··· 5 Leitungen sowie auch den Prozentsatz der Sofortverbindungen bedeutend erhöhen. Es ist aber dabei nicht zu vergessen, daß dies nur wieder auf Kosten der Leistung der Beamtin selbst möglich ist (s. C 2). Deshalb ist es auch nicht zu empfehlen, die Leistungsfähigkeit der Beamtin durch Warten auf Freiwerden von verhältnismäßig kurzen Fernleitungen — d. i. von solchen unter 100 km — herabzudrücken, weil eine solche Maßnahme nicht wirtschaftlich wäre (s. C 3).

Die Höhe dieser zusätzlichen Leistung muß nun mit Hilfe von Betriebstatistiken ermittelt werden, und für den vorliegenden Zweck wurden jene Werte benutzt, die für das Fernamt St. Gallen in der Schweiz während des Sommers 1925 zusammengestellt wurden[3].

Die Leistungen nach Kurve *a* in Abb. 8 müssen demnach wegen der mißglückten Verbindungen um 1 ··· 2 min je Fernleitung verringert werden, sie können jedoch durch Einschalten einer kurzen Wartezeit bedeutend erhöht werden — aber nur bei Bündeln mit mehr als 4 ··· 5 Leitungen und besonders dann, wenn es sich um lange Linienzüge handelt. Die Leistungskurve *A* in Abb. 8 bringt nun diese beiden Einwirkungen zum Ausdruck und ist demnach als eine Vereinigung der theoretischen Berechnungen und der statistischen Ermittlungen zu betrachten. Die einzelnen Werte können natürlich in Gesprächen anstatt in Belegminuten ausgedrückt werden; es ist dabei nur nötig, die richtige mittlere Gesprächs- und Herstellungszeit in der HVSt zugrunde zu legen.

In der Abb. 8 sind nun ferner auch die Leistungswerte im Warteverkehr miteinbezogen und bilden hier gerade Linien *B* ··· *I*, weil sie im Gegensatz zum Sofortverkehr von der Größe des Bündels unabhängig sind. Aus diesen Schaubildern kann man nun folgendes ersehen:

I. Fernleitungen über 500 ··· 600 km sind im Warteverkehr leistungsfähiger als im Sofortverkehr, und zwar solange sie im Warteverkehr einzeln an die Arbeitsplätze zugewiesen werden.

II. Nahfernleitungen (im Mittel 25 km) sind im Sofortverkehr leistungsfähiger, sofern beim Warteverkehr 6 ··· 8 solche Leitungen je Platz zugeteilt werden. Der Gewinn steigt mit der Größe des Bündels bis um 200 %.

III. Bei Platzbelegungen von 2 ··· 6 Fernleitungen je Arbeitsplatz und bei Längen zwischen 500 und 25 km ist die Leistungsfähigkeit bei größeren Bündeln im Sofortverkehr höher als im Warteverkehr; bei kleineren Bündeln ist dagegen der Warteverkehr im Vorteil. Die Grenzen ergeben sich dabei etwa wie folgt:

Länge der Fernleitungen	Platzbelegung im Warteverkehr Leitungen	Sofortverkehr leistungsfähiger als Warteverkehr bei Bündeln beginnend mit
500 ··· 400 km	2	10 Leitungen
300 ··· 100 „	3	6 „
60 „	4	6 „
25 „	5	4 „
25 „	6	2 ··· 3 „

Die hier angeführten Leistungswerte für den Warte- und Sofortbetrieb sind für den Vergleich der Betriebskosten von höchster Wichtigkeit.

Leistungsfähigkeit der Fernleitungen im Durchgangsverkehr. Die eben angeführten Werte gelten für den mittelbaren Verkehr (Endverkehr), und es bleibt nun die Frage offen, inwieweit sie auch für den Transitverkehr angewendet werden können.

Der Anteil der Durchgangsverbindungen schwankt je nach der Größe des Fernamtes und je nach der Art des Fernleitungsnetzes zwischen 5 und 50 % und in großen Ämtern als Regel zwischen 5 und 10 %. Im allgemeinen kann man aber annehmen, daß in einem richtig angelegten Netze die Durchgangsverbindungen im Durchschnitt etwa 10 ··· 20 % der Gesamtbelastung der Fernleitungen bilden. Für den größten Teil dieser mittelbaren Verbindungen werden, wie bekannt, nur zwei Fernleitungen zusammengeschaltet. Solche Verbindungen sollen aber womöglich wartezeitlos hergestellt werden, sofern dabei nicht eine sehr lange und teuere Fernleitung mitverwendet wird, die sich für den Sofortverkehr nicht gut eignet. Solche lange Durchgangsverbindungen müssen im Wartebetrieb abgewickelt werden, und der zugelassene 5 %-Satz für wahrscheinlich besetzte Leitungen kommt nur für die eine, d. i. die kürzere Fernleitung in Betracht, ebenso wie im Endverkehr.

Anders ist es aber bei solchen Durchgangsverbindungen, die wartezeitlos aus zwei mittellangen oder kurzen Fernleitungen zusammengebaut werden sollen. Sofern die zugelassenen wahrscheinlich besetzten Fälle nur 5 % betragen sollen, entfallen auf jedes Glied der Verbindung, d. i. auf jede Fernleitung nur 2,5 %, und die Leistungskurven der betreffenden Fernleitungen sind dementsprechend zu ermäßigen. Allgemeine Werte können hier aber mit Rücksicht auf die verschiedenartigen örtlichen Verhältnisse nicht gegeben werden, und es ist demnach nötig, von Fall zu Fall zu untersuchen, ob die Leistungsfähigkeit eines bestimmten Leitungsbündels mit Rücksicht auf diesen Teil des Durchgangsverkehrs nicht kleiner genommen werden soll als es die Werte laut Abb. 8 erlauben.

Der restliche mittelbare Verkehr, d. i. jener, wo Verbindungen aus mehr als zwei Fernleitungen zusammengestellt werden müssen, wird in der Regel mit Wartezeit abgewickelt und beeinflußt wohl die Gesamtbelegzeit einer Fernleitung, aber nicht den zugelassenen Prozentsatz der wahrscheinlichen Besetztfälle. Die Werte laut Abb. 8 gelten auch für diesen Verkehr.

3. Einfluß der stündlichen Schwankungen der Gesprächsdauer auf den VMF-Betrieb.

Bei den Berechnungen der Leistungsfähigkeit der Fernleitungsgruppen wird allgemein eine mittlere Gesprächsdauer angenommen, die für das ganze Fernamt, d. i. für alle Fernleitungsgruppen und während der ganzen Tageszeit gelten soll. Dies ist nun in der Regel nicht richtig, weil die Nahgespräche kürzer sind als jene im Weitverkehr, und weil ferner die Gesprächsdauer im Laufe des Tages in einer ähnlichen Weise steigt und fällt wie die Anzahl der Fernanrufe in demselben Zeit-

[3] Zusammenhang zwischen Belastung und Zahl der Besetztfälle, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1927, S. 39.

Digitized by Google

abschnitt. Das letztere Merkmal des Fernverkehrs muß aber noch weiter untersucht werden, bevor es als allgemein gültig anerkannt werden kann.

Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Fernleitungen soll man daher nur solche Höchstwerte der Gesprächsdauer in der HVSt nehmen, die für jede Fernleitungsgruppe gesondert festgestellt wurden. Diese Ziffern sind besonders für den Sofortverkehr wichtig, weil in dieser Betriebsweise die Leistungen der Fernleitungen hauptsächlich von der Bündelgröße und der Gesprächsdauer, aber weniger von der Leistung der Beamtin abhängen, wogegen im Wartebetrieb die zugelassene Belastung der Beamtin ausschlaggebend ist.

Wie weit nun die längste Gesprächsdauer von der mittleren abweichen kann, ersieht man z. B. aus Abb. 9, welche die stündlichen Schwankungen für zwei Leitungsbündel desselben Fernamtes darstellt: die erste Verkehrsrichtung mit zusammen 1459 abgehenden Verbindungen im Wochentag und einer Gesprächsdauer, die in der HVSt 29,5 % höher ist als der Mittelwert, die zweite mit 220 Verbindungen im Wochentag und einer Höchstdauer von 30,5 % über dem Durchschnitt.

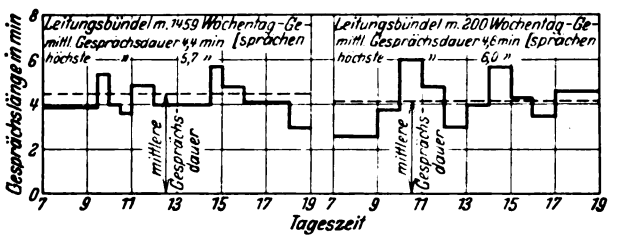
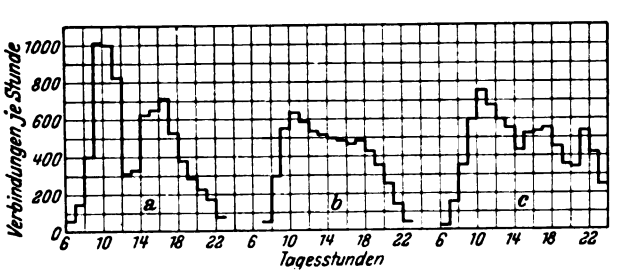


Abb. 9. Stündliche Schwankungen der Gesprächsdauer.

4. Einfluß der stündlichen Verkehrsschwankungen auf den VMF-Betrieb.

Wenn es sich darum handelt festzustellen, ob der Sofortbetrieb für eine bestimmte Verkehrsrichtung eingeführt werden kann oder nicht, so ist es besonders wichtig zu wissen, wie die Tagesverkehrskurve aussieht. Die zu stark ausgeprägten Höchstwerte während der HVSt sind natürlich höchst hinderlich für die wirtschaftliche Abwicklung des Fernbetriebs, dagegen bildet oft der Verlauf des Verkehrs während der einzelnen Tagesstunden die Grundlage des VMF-Verkehrs europäischer Art.

Der Fernverkehr hat bekanntlich in der Regel einen Höchstwert in den HVSt, d. i. von 9 h bis 12 h, und bleibt sonst während des Tages gewöhnlich unter diesem Maximum, obwohl auch am Nachmittag der Verkehr wächst, und zwar überall dort, wo der Arbeitstag durch eine Mittagspause in zwei Abschnitte geteilt wird (Abb. 10, Schaulinie *a*). In Orten, wo keine ausgeprägte Mittagspause üblich ist, hat die Verkehrskurve nur einen Höchstwert (Abb. 10, *b*); es gibt aber auch Ämter, die nicht nur vormittags und nachmittags, sondern auch abends einen starken Verkehr aufweisen, besonders wenn ermäßigte Nachtgebühren eingeführt wurden (Abb. 10, *c*). Es kann aber



a Fernamt mit zwei Verkehrshöchstwerten
b Fernamt mit einem Verkehrshöchstwert
c Fernamt mit drei Verkehrshöchstwerten

Abb. 10. Drei typische Tagesverkehrskurven europäischer Fernämter.

auch vorkommen, daß ein Teil des Verkehrs nur ein Tagesmaximum hat, während der übrige Teil — z. B. der zwischenstaatliche — zwei solche Werte hat. Ausnahmsweise ist sogar auch der Nachmittagsverkehr stärker als der Verkehr am Vormittag.

Im allgemeinen fällt aber die Hauptbelastung auf die drei Vormittagstunden, und dies bedeutet bei der durchschnittlichen Konzentration, daß gegebenenfalls nur etwa ⅜ der Fernverbindungen unter ungünstigen und der Rest unter günstigen Verkehrsverhältnissen hergestellt werden kann[4]. Sofern nun der Verkehr in den HVSt mit nur einer Durchschnittverzögerung von etwa 15 min abgewickelt wird — wie es jetzt schon in Europa mit Ausnahme des Weitverkehrs möglich ist — können die restlichen ⅝ des Verkehrs in der Regel ohne Verzögerung hergestellt werden, wenn das Fernamt als europäisches VMF-Amt betrieben wird. (*Fortsetzung folgt.*)

[4] Lehman, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1930, H. 4.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 333.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 146 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 146, die Formen VNEB, VNEB/2, VNEBd und VNEBd/2, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Bergmann-Elektricitäts-Werken Aktiengesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 7. IV. 1933.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 146,

die Formen VNEB, VNEB/2, VNEBd und VNEBd/2, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Bergmann-Elektricitäts-Werken Aktiengesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 249 vom 3. X. 1927 (ETZ 1928, Heft 3) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Formen VNE, VNE/2, VNEd und VNEd/2 des Systems 146 werden auch in einer abgeänderten Ausführung unter den Formbezeichnungen VNEB, VNEB/2, VNEBd und VNEBd/2 hergestellt und können in dieser Ausführung als Zweileiterzähler für Nennstromstärken von 5 bis 30 A, für Nennspannungen bis 380 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Die Zähler der neuen Ausführung unterscheiden sich von denen der bisherigen Ausführung in folgenden Punkten:

1. Die Bewicklungen der Strom- und Spannungsspulen sind geändert.

2. Die Drehzahl ist durch Verwendung stärkerer Bremsmagnete herabgesetzt.

3. Der magnetische Nebenschlußbügel am Stromeisen ist so ausgebildet, daß ein Lappen dieses Bügels durch Abbiegen in seiner Stellung verändert werden kann. Hierdurch wird bewirkt, daß die Lastkurve der Zähler, d. h. die Abhängigkeit der Zählerangaben von der Stromstärke in geringem Maße beeinflußt werden kann.

Die untersuchten Zähler der Frequenz 50 Hz hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,2 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 25 g, die Drehzahl der Zähler zu etwa 33 U/min festgestellt. Der Eigenverbrauch der Spannungsspule betrug etwa 0,60 W bei 220 V Nennspannung. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis belief sich auf etwa 0,72 W bei 5 A und auf etwa 1,35 W bei 30 A Nennstromstärke.

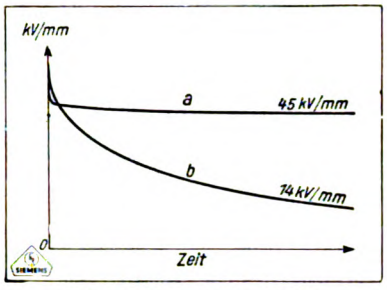
[1] Reichsministerialblatt 1933, S. 149.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

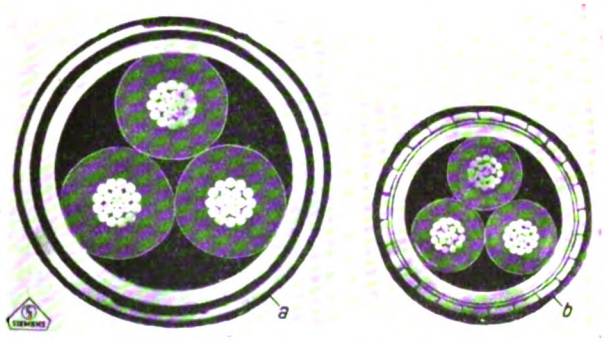
Leitungen.

Ölkabel. — Bereits 1875 hatte D. Brooks, Philadelphia, für unterirdische Telegraphenleitungen vorgeschlagen[1], zu Kabeln verseilte isolierte Drähte in eiserne Röhren einzuziehen und diese mit Paraffinöl zu füllen. Aber erst 1925 gewannen die Ölkabel durch eine Mitteilung[2] von L. Emanueli feste Form, die zu den 132 kV-Kabelanlagen in New York und Chicago führte. Die Siemens-Schuckertwerke beschäftigten sich um die gleiche Zeit mit der Herstellung von Ölkabeln, nachdem eingehende Untersuchungen die Mängel der Massekabel, trotz sehr hoher Durchschlagfestigkeit unverhältnismäßig geringe Lebensdauer zu haben, dargelegt hatten. Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Dauer der Beanspruchung bei Masse- und bei Ölkabeln. Der Zeitmaßstab ist logarithmisch, so daß der Anfang Minuten, das Ende Jahre bedeuten. Von einem Anfangswert von etwa 60 kV/mm sinkt beim Massekabel die Durchschlagspannung unaufhaltsam auf einen Endwert von etwa 14 kV/mm ab, während sie beim Ölkabel bereits nach wenigen Stunden den Endwert bei etwa 45 kV/mm erreicht[3]. Als Grund für dieses ungünstige Verhalten der Massekabel, das ihre Ausführbarkeit für hohe Spannungen beschränkt, wurden die in ihnen durch Erwärmung hervorgerufenen Triebkräfte erkannt. Die sich stark ausdehnende Tränkmasse weitet den Bleimantel auf und schafft beim Abkühlen kleine Hohlräume in der Isolierung, durch deren Ionisierung das Isoliervermögen stark und unaufhaltsam herabgesetzt wird. Das Grundübel ist also ein Erwärmungsvorgang, dessen ingenieurmäßige Behandlung zwangläufig zum Ölkabel führt. Dieses ist daher nichts anderes als ein Massekabel, dem die Möglichkeit ungehinderten Ausdehnens und Zusammenziehens seiner Tränkmasse gegeben ist. Dies wird durch Ausdehnungsgefäße erreicht, die teils mit den Muffen, teils mit den Endverschlüssen verbunden, beim Erwärmen des Kabels überschüssiges Öl aufnehmen und beim Abkühlen wieder an das Kabel abgeben. Auf diese Weise ist volle Füllung des Kabels unter allen Betriebsverhältnissen gewahrt.



a Ölkabel *b* Massekabel

Abb. 1. Dauer-Durchschlagfestigkeit von Öl- und Massekabeln.



a Massekabel *b* Ölkabel

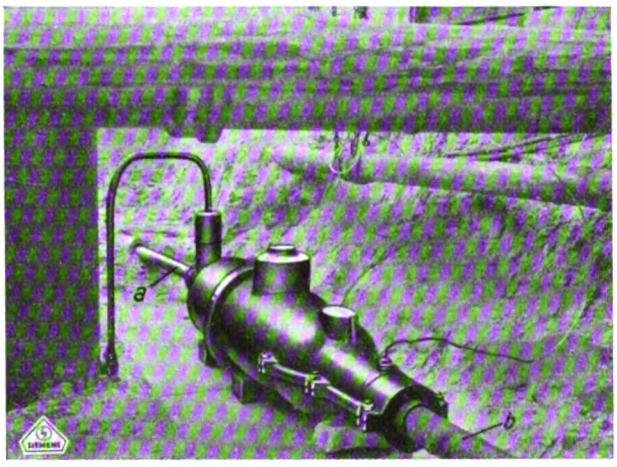
Abb. 2. Drehstromkabel für 30 kV und gleiche Übertragungsleistung.

Die Folgen dieser Verbesserung gegenüber den Massekabeln sind wesentlich geringere Isolierdicke und erheblich höhere Belastbarkeit der Ölkabel, woraus wieder deren Herstellung für höhere Spannungen und in größeren Längen als Drehstromkabel ermöglicht wird. Abb. 2 zeigt den Querschnitt des Ölkabels für 30 kV im Vergleich zu den bisher üblichen Massekabeln für gleiche Übertragungsleistung.

Neben der bereits seit 1928 in ungestörtem Betriebe befindlichen 10 km langen 100 kV-Ölkabelübertragung[1] der Großkraftwerk Franken AG. in Nürnberg ist das zweite

Abb. 3. 50 kV-Drehstrom-Ölkabel-Verlegung. Kabel (32 t) auf Benzinfässern im Schanzengraben (Zürich).

gleichlange 100 kV-Ölkabel in derselben Anlage zu nennen, das 1931 dem Betriebe übergeben wurde. Gegen 40 000 kVA Übertragungsleistung des ersten Kabels kann es bei nur zwei Drittel des Leiterquerschnittes 70 000 kVA dauernd übertragen. Die 54 km lange Kraftübertragung von Buenos Aires nach La Plata mit Drehstrom von 66 kV für 44 000 kVA Übertragungsleistung ist ebenfalls als Ölkabel, und zwar je zur Hälfte von den Siemens-Schuckertwerken und von Pirelli, Mailand, ausgeführt. Die Nordwestdeutschen Kraftwerke und der Elektrizitätsverband Gröba benutzen Drehstrom-Ölkabel für 66 kV in Längen von 1000 ··· 1500 m als Ausführung aus Kraftwerken und Durchführung durch schwieriges Gelände in Verbindung mit den Freileitungen.



a Ölkabel *b* Massekabel

Abb. 4. 30 kV-Drehstrom-Ölkabel-Übergangsmuffe von Öl- auf Massekabel.

Bemerkenswert ist auch die 50 kV-Ölkabelanlage der Stadt Zürich, die mit einem Drehstromkabel von 1150 m Länge den Zürichsee durchquert und mit einer Kabellänge von 1200 m den anschließenden Schanzengraben durchläuft. Die Verlegung dieser bis zu 32 t schweren Kabel erforderte besondere Maßnahmen, besonders im Schanzen-

[1] USA-Patent 165 535 v. 2. VI. 1875.
[2] Energia elettr. Bd. 2, S. 1 (1925).
[3] Inzwischen abgeschlossene Dauerversuche haben einen Endwert von mehr als 55 kV/mm ergeben.

[1] Siemens-Jb. 1929, S. 95, und Elektr.-Wirtsch. Bd. 28, S. 357 (1929).

Digitized by Google

graben mit seinen tief auf den Wasserspiegel herabgehenden Brücken. Hier wurde das Kabel auf paarweis zusammengebundenen, leeren Benzinfässern ausgeschwemmt (Abb. 3). Eine der neuesten Ölkabelanlagen ist das 7,5 km lange Drehstromkabel der Stadt Berlin. Es hat für 12 000 kVA Übertragungsleistung nur 50 mm² Leiterquerschnitt und nur 4,5 mm Isolierdicke. Seine Stromdichte ist 4,6 A/mm², sein Außendurchmesser nur 58 mm. Abb. 4 zeigt die Übergangsmuffe zwischen dem neuen Ölkabel und einem Massekabel mit daneben stehendem Ausdehnungsgefäß vor dem Zuschütten der Grube. Auf dem Bilde ist der Dickenunterschied der beiden Kabelarten gut zu erkennen.

Bereits 1931 gelang es, das Ölkabel für 220 kV mit 220 000 kVA Übertragungsleistung herzustellen, doch harrt dieses noch seiner Anwendung. Sein Anwendungsgebiet ist wie das aller Höchstspannungskabel beschränkt auf die Einführung der Freileitungen in große Städte, die Verbindung von Kraftwerken in diesen sowie auf streckenweisen Ersatz der Freileitungen an gefährdeten Stellen, z. B. in Industriegebieten, bei Strom-, Steinschlag- und Lawinengefahr im Gebirge, ferner beim Durchqueren von Gewässern und Sümpfen sowie bei Flugplätzen. (F. Schrottke, Vortrag im Elektrot. Verein Wien am 9. XI. 1932. Vgl. a. Siemens-Z. Bd. 13, S. 1; Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 51, S. 29.) *Sb.*

Berechnung des Spannungsverlustes unter Berücksichtigung der Selbstinduktion der Leitung. — Die Berechnung der Niederspannungs-Freileitungen geschieht vielfach ohne Berücksichtigung der Leitungsinduktivität. Für Drahtdurchmesser von einigen Millimetern ist das wegen des Überwiegens des Ohmschen Widerstandes durchaus zulässig. Aber schon von 6 mm Dmr. an führt die Vernachlässigung zu Fehlern in der Vorausbestimmung des Spannungsabfalles, die insbesondere bei Phasenverschiebung der Belastung 50 % und mehr betragen können. Es werden die aus der Berechnung kurzer Fernleitungen bekannten Formeln für den Spannungsabfall benutzt und an einigen Beispielen die Unterschiede der Berechnungsmethoden gezeigt. (W. Keller, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 337.) *W. K.*

Elektromaschinenbau.

Bestimmung des Ankerfeldes einer Maschine aus dem Polradfeld. — Zwischen dem Polradfeld und dem Ankerfeld einer Maschine bestehen gewisse Beziehungen, die sich mit Hilfe der konformen Abbildung einfach formulieren lassen. Diese Beziehungen sind unabhängig von der Gestalt des Polrades und der Ankerzähne. Ist das Polradfeld aus einem Feldbilde bekannt, so kann man leicht das Ankerfeld bestimmen, so daß das zeitraubende Aufzeichnen des Feldbildes der Ankerwicklung erspart bleibt. Das Ankerfeld läßt sich auch bei Berücksichtigung der wirklichen Permeabilität im Eisen aus dem Polradfeld bei unendlich großer Permeabilität im Eisen bestimmen. In diesem Fall wird der Einfluß der Permeabilität im Eisen durch einen entsprechenden Strombelag im Luftspalt an der Eisenoberfläche berücksichtigt. (Th. Lehmann, Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 859.) *Rr.*

Schnellerregung zur Verbesserung des Betriebes von Kraftanlagen. — Schnellerregung ist ein verhältnismäßig einfaches, wirksames und zuverlässiges Mittel, um auch bei Störungen die innere Spannung der Maschinen durch Beeinflussung des Feldes auf einem praktisch konstanten Wert zu halten und die Anlage vor dem Herausfallen einzelner Maschinen aus dem Synchronismus zu bewahren. Es wird eine mit Haupt- und Hilfserregermaschine arbeitende Schnellregelungsanordnung beschrieben, die dank der Verwendung eines von der rechtsläufigen Spannung abhängigen Hauptregelgliedes sowohl bei symmetrischen als auch bei unsymmetrischen Störungen stets im richtigen Sinne arbeitet. Bei älteren Ausführungen, deren Hauptregelglied nur von einer Phase gespeist wird, ist dagegen bei gewissen unsymmetrischen Störungen eine Aberregung zu gewärtigen, wo Auferregung erforderlich wäre. Die Festlegung der Ansprechgeschwindigkeit ist sehr wichtig, um zu gewährleisten, daß man eine gewünschte Erregercharakteristik auch sicher erhält. Um eine Grundlage für die Verhandlungen, Garantieleistung und Prüfung zu schaffen, wurde vom AIEE-Unterausschuß für Netzkupplungsfragen der Gebrauch des „Ansprechverhältnisses" der Erregermaschine (nominal exciter response) vorgeschlagen, welches definiert ist als das Verhältnis des „gleichwertigen Spannungsanstiegs" während der ersten halben Sekunde zu der Nennspannung der Schleifringe. Unter Nennspannung ist die für den Nennbetrieb der Hauptmaschine benötigte Schleifringspannung bei betriebswarmer Feldwicklung (75 ° C) zu verstehen. In den über der Zeit aufgetragenen Spannungskurven ist die gleichwertige Ansprechkurve zur wirklich aufgebauten Kurve *A* eine Gerade *A'*, die von der Nennspannung ausgehend ½ s lang derart fortgesetzt wird, daß die unter ihr liegende Fläche *kA'n* ebenso groß ist wie die Fläche *klmn* unter der wirklichen Leerlaufkurve (Abb. 5). Das

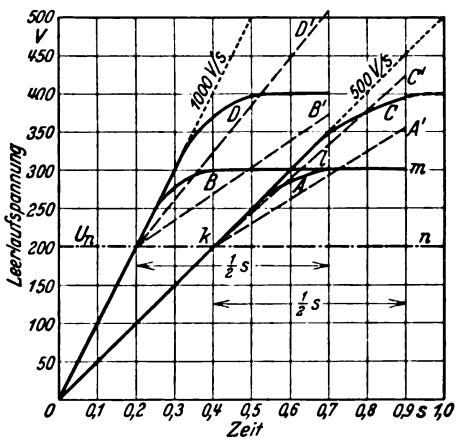


Abb. 5. Spannungs-Zeit-Kurven.

Ansprechverhältnis ist dann der Quotient aus der Steigung von *A'*, ausgedrückt in V/s, und der Schleifringspannung U_n. Die Ansprechfähigkeit, als Verhältnis ausgedrückt, gestattet einen guten Vergleich verschiedener Erregungsanordnungen, da sie den Einfluß der maximalen Erregermaschinenspannung und der Schleifring-Nennspannung enthält und auch die Zeit berücksichtigt, in welcher die Wirkung der Erregungsanordnung zur Geltung kommt. Die natürliche Schwingungsperiode der meisten Kraftsysteme ist nämlich von der Größenordnung 1 s, daher beträgt die Zeit bis zum ersten Halbperiodenausschlag, während welcher die Schnellerregung wirksam ist, ungefähr 0,5 s. Das Ansprechverhältnis der 4 Spannungsaufbaukurven der Abb. 5 gibt einen genauen Anhalt für die Wirkung, die von den 4 verschiedenen Erregermaschinen zu erwarten ist. Die Vergrößerung der Anfangs-Erregungsgeschwindigkeit hat eine verhältnismäßig geringe Wirkung im Vergleich zur Erhöhung der Spitzenspannung, wie eine Gegenüberstellung der Kurven *A* und *B* bzw. *A* und *C* zeigt.

	Gleichwertiger Spannungsanstieg V/s	Ansprechverhältnis
A	310	1,55
B	344	1,72
C	444	2,22
D	610	3,05

Anm. d. Berichters: Das Ansprechverhältnis hat nach vorstehendem also die Dimension 1/s. Würde zur Definition des Verhältnisses nicht der gleichwertige Spannungsanstieg in V/s, sondern einfach der der gleichwertigen Fläche über ½ s entsprechende Spannungsanstieg, also die Strecke *A'n* der Abbildung benutzt, so ergäbe das Verhältnis dieser Größe zur Schleifringspannung eine dimensionslose Zahl, im Falle *A* also 0,775 statt 1,55, für welche die Bezeichnung „Ansprechverhältnis", „Ansprechkennziffer" oder „Ansprechquotient" besser zutreffen würde. (J. T. Woth, Electr. J. Bd. 29, S. 420.) *Sth.*

Apparate.

Die Bemessung von Flüssigkeitswiderständen unter Berücksichtigung des Wehnelt-Effektes. — Tauchen 2 Elektroden mit sehr verschieden großen Berührungsflächen in einen Elektrolyten ein, so erfährt der Stromdurchgang an der mit der kleineren Fläche eine sich wiederholende Unterbrechung. Diese im Jahre 1898 von Wehnelt gefundene, nach ihm benannte Erscheinung tritt auch in Flüssigkeitsanlassern auf und kann weniger den Anlasser selbst als die vom Strom durchflossenen

Digitized by Google

Wicklungen infolge der hohen bei der Unterbrechung entstehenden Spannung gefährden.

G. Becker findet in eingehenden Versuchen die Überlegung bestätigt, daß das Eintreten des Wehnelt-Effekts durch eine bestimmte Leistungsabgabe in der Nähe der feuernden Elektrode bedingt ist. So betrug für die Versuchselektrode aus einem 10 · 10 mm großen, 0,5 mm starken Eisenblech bei verschieden starker Konzentration des Elektrolyten die erforderliche Leistung durchschnittlich 2,2 kW. Damit also der Wehnelt-Effekt in Flüssigkeitsanlassern vermieden wird, darf bei gegebener Betriebspannung und Elektrodenform die Leitfähigkeit des Elektrolyten ein bestimmtes Maß nicht überschreiten. Die von Becker ermittelten Zusammenhänge zwischen Elektrodenform (Abb. 6), Leitfähigkeit (in Siemens) und Spannung sind in Abb. 7 wiedergegeben.

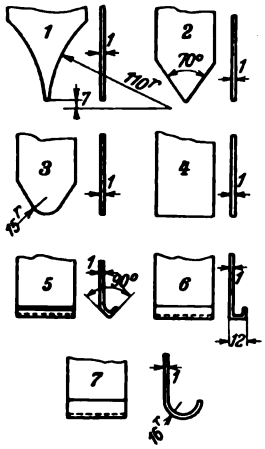


Abb. 6. Untersuchte Elektrodenformen.

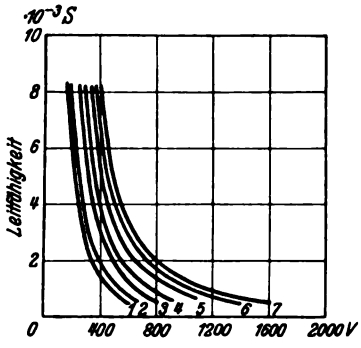


Abb. 7. Zulässige Leitfähigkeit der nicht bewegten Elektrolytflüssigkeit von 20 °C für Eisenelektroden nach Abb. 6. (Das Gefäß bildet die zweite Elektrode.)

Günstig für die Vermeidung des Wehnelt-Effektes wirkt eine Abschirmung der Elektrodenkanten durch eine U-förmige Rinne aus Isoliermaterial (etwa doppelte Spannung zulässig) und die Anwendung strömender Flüssigkeit. In Fällen, wo es nicht notwendig ist, die Elektroden ganz aus der Flüssigkeit herauszubewegen (Anlasser von Asynchronmotoren), kann die Leitfähigkeit bedeutend größer gewählt werden, da hier der für das Auftreten des Effekts kritische Augenblick des Eintauchens vermieden wird. Für reines Trinkwasser gibt Bekker günstigstenfalls 2000 V als noch zulässige Spannung an. (G. Becker, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 213.) *Zrn.*

Expansionsschalter für Einphasen-Wechselstrom-Lokomotiven. — Bei den von den SSW für die Strecke Augsburg—Stuttgart zu liefernden Bo + Bo-Einphasen-Lokomotiven kommen zum erstenmal Expansionsschalter anstatt der bisher üblichen Ölschalter zur Verwendung. Bemerkenswert ist es, daß der Expansionsschalter etwa 250 kg leichter ist als der bisher verwendete Ölschalter, wodurch bei der üblichen Unterbringung im Lokomotivdach eine wesentlich geringere Beanspruchung und kleinere Abmessungen der Tragkonstruktion erzielt wurden. Abb. 8 zeigt den Schalter mit einem besonders hierfür entwickelten Antrieb. *Sc.*

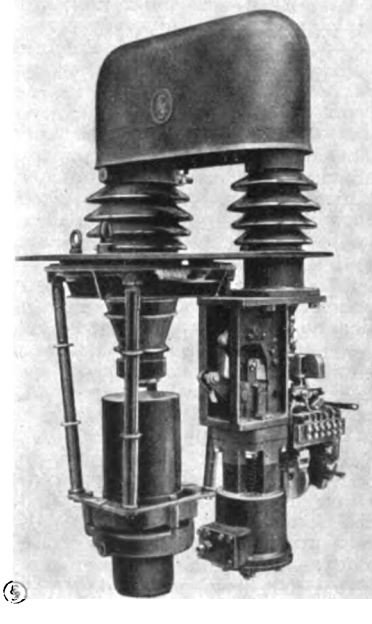
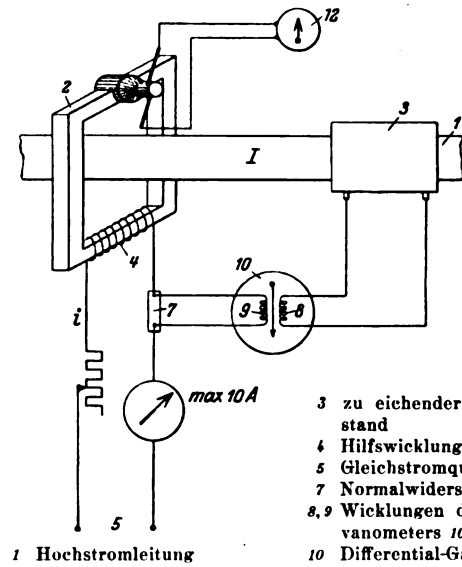


Abb. 8. Expansionsschalter für Lokomotiven.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Messung starker Gleichströme. — P. Gonnard benutzt ein Verfahren zur Eichung von Nebenwiderständen für sehr hohe Stromstärken, das auf der Verwendung des Pestarini-Amperemeters[1] beruht. Abb. 9 zeigt die gesamte Anordnung. Das Pestarini-Amperemeter besteht aus einem Eisenkern *2* mit einer fremdgespeisten Hilfswicklung, mit einem Luftspalt, in dem sich der Rotor einer Gleichstromdynamo bewegt, deren Klemmen an das Nullinstrument *12*



1 Hochstromleitung
2 Eisenkern des Pestarini-Amperemeters
3 zu eichender Widerstand
4 Hilfswicklung
5 Gleichstromquelle
7 Normalwiderstand
8, 9 Wicklungen des Galvanometers *10*
10 Differential-Galvanometer
12 Nullinstrument

Abb. 9. Prinzip des Pestarini-Amperemeters.

angeschlossen sind. Der Hilfstrom in der Wicklung *4* wird so lange geändert, bis das Nullinstrument stromlos ist. Ist n die Anzahl der Windungen der Spule *4*, so ist dann $I = n\,i$. In dem Hilfstromkreis ist ein Nebenwiderstand *7* eingebaut, dessen Widerstand genau n-mal so groß gewählt wird wie der Sollwert des zu eichenden Widerstandes. Werden die Anschlußklemmen des Differentialgalvanometers in geeigneter Weise mit denen der Widerstände *3* und *7* verbunden, so muß bei stromlosem Nullgalvanometer *12* der Widerstand *3* so lange justiert werden (z. B. durch Abfeilen), bis das Differentialgalvanometer *10* auf Null zeigt. Handelt es sich nicht um Justierung, sondern um Messung, so kann man aus den Ablesungen des Amperemeters *13* und dem Ausschlag des Differentialgalvanometers die Fehlergröße ermitteln. Die Methode hat den Vorzug, daß sie eine Messung des Widerstandes an der Einbaustelle erlaubt und damit auch die durch Stromverdrängung infolge schlechter Anschlußweise entstehenden zusätzlichen Fehler zu ermitteln erlaubt, die man nicht erfaßt, wenn man den Widerstand unter ganz anderen Verhältnissen im Laboratorium mißt. Gonnard gibt dann noch einige Hinweise auf die zweckmäßige Konstruktion solcher Hochstromwiderstände. Wenn man diese beachtet, kann man selbst bei 24 000 A noch auf 0,2 ··· 0,3 % Genauigkeit rechnen. (P. Gonnard, Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 457.) *Kth.*

Beleuchtung.

Neue Bauweise für Glühlampen hoher Leistungsaufnahme. — In Amerika ist eine Glühlampenbauweise ausgearbeitet worden, die gegenüber der bisherigen eine Anzahl kennzeichnender Unterschiede aufweist. Als stromzuführende Verbindung mit der Fassung wird nicht mehr der bisherige Schraub- oder Bajonettsockel verwendet, sondern zwei Stifte, die direkt in das Glas eingeschmolzen sind. Im Inneren der Lampe ist an diesen beiden Stiften der Innenaufbau unmittelbar befestigt, der seinerseits wieder den Leuchtkörper trägt. Die Herstellung der Lampe geschieht in der Weise, daß an dem Fußteil mit den beiden Stiften und mit dem unteren Glasteil der Leuchtkörper befestigt wird. Dies kann unter Zuhilfenahme von Lehren geschehen, so daß die dabei verbleibenden Schwankungen in der Stellung des Leuchtkörpers äußerst gering sind. Der kugelförmige oder röhrenförmige Kolben wird unmit-

[1] Rev. gén. Électr. Bd. 27, S. 95 (1931).

Digitized by Google

telbar auf dem unteren Glasteil, der die Stifte und den Innenaufbau trägt, verschmolzen, so daß durch das Aufbringen des Kolbens keinerlei Veränderung in der Stellung des Leuchtkörpers mehr erfolgt. Die bei der sonst üblichen Bauweise auftretenden Abweichungen der Leuchtkörperstellung beim Einschmelzen des Innenaufbaues einerseits und beim Sockeln anderseits fallen mithin vollständig fort. Die Lampen können also nach der neuen Bauart hinsichtlich der Leuchtkörperstellung mit sehr großer Genauigkeit angefertigt werden. (Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß zur Hervorbringung besonderer Wirkungen, z. B. größerer oder geringerer Streuung, auf den Einbau von Vorrichtungen zur Veränderung der Lampenstellung in den Scheinwerfern doch nicht verzichtet werden kann. Die bei der neuen Bauweise sich ergebende geringere Lampengröße kann auch nur in den seltensten Fällen ausgenutzt werden, da der Scheinwerfer mit Rücksicht auf die von der Lampe entwickelte Wärme ein Gehäuse von genügender Ausdehnung unbedingt benötigt. Der z. B. in den meisten Parabolscheinwerfern infolge der Spiegelgröße vorhandene Raum ist vollkommen ausreichend, um auch die jetzigen Lampen unterzubringen. Die erwarteten Ersparnisse beim Bau der Geräte werden mithin kaum in Erscheinung treten, so daß die praktischen Vorteile der neuen Lampenart recht gering wären. — Der Berichter.) (D. K. Wright, Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 532.) *F. Bn.*

Die Beleuchtung von Wohnungen in den V. S. Amerika. — Ende vorigen Jahres bekannt gewordene Angaben über auf sieben Gemeinden verteilte 566 Wohnungen aller Art zeigen, daß das Wohnzimmer am besten elektrisch ausgestattet ist; bei geringwertigen Wohnungen entfallen darauf etwa 175, bei mittleren 280 und in hochwertigen Heimen 385 W. An zweiter Stelle steht das Eßzimmer. Einen Mangel an geeigneten Steckdosen hat man in 29 % der geringwertigen Wohnzimmer, in 7 % der mittleren und in 4 % der besseren festgestellt, Sätze, die für Speisezimmer bzw. 63, 35, 23 und für Küchen 55, 34, 32 % betragen. Am schlechtesten beleuchtet sind nach dem Urteil der Besitzer die Schlafräume. Auch die Baumeister haben sich zu der Beleuchtungsfrage geäußert und u. a. in erheblicher Anzahl mehr Steckdosen und tragbare Lampen, Wandarme für die Wohnräume sowie für die Küchen gefordert. Die Westinghouse Lamp Co. folgert aus dem hier nur ganz auszugsweise mitgeteilten Resultat dieser Erhebung, daß danach der Markt für elektrische Wohnungsbeleuchtung (ohne Installationsmaterial, Steckdosen usw.) etwa einen Wert von 1200 Mill RM haben dürfte, wovon vielleicht 1144 Mill auf tragbare Lampen (rd. 40,2 Mill Stück), 28 Mill auf zusätzliche Glühlampen (rd. 71,3 Mill Stück) und 34 Mill RM auf zu erwartende Mehreinnahme der Elektrizitätswerke (bei 24 Pf/kWh) entfallen würden. Der Klage über fehlende Steckdosen begegnet man auch in Deutschland noch vielfach, und nicht mit Unrecht fragt der amerikanische Referent, wie man Gebrauchsapparate für Haushaltungen verkaufen solle, wenn es in den Wohnungen an Anschlußmöglichkeiten mangele. (Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 771.) *fm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Positives Elektron. — Dirac hat in seiner Elektronentheorie bestimmten Gebilden eine positive Ladung zugeschrieben, eine Masse gleich der der Elektronen und außerdem eine kurze Lebensdauer, da die positive Ladung leicht durch ein Elektron neutralisiert werden konnte. Diese Gebilde waren bisher experimentell nicht nachgewiesen. Jetzt sind sie an mehreren Stellen ungefähr gleichzeitig bei Versuchen zur Atomzertrümmerung und mit Höhenstrahlen beobachtet worden. Die Beobachtungsgeräte sind dabei alle gleich gewesen. Man bediente sich immer der Wilsonschen Nebelkammer, um durch die Tröpfchenspur den Weg des ionisierenden Teilchens nachzuweisen. Bewegt sich das Teilchen dabei noch senkrecht zu den Kraftlinien eines kräftigen Magnetfeldes (2000 bis 18 000 Gauß), dann werden Teilchen gleicher Bewegungsrichtung und entgegengesetzter Ladung auch entgegengesetzt abgelenkt. Daß die Bewegungsrichtung dieselbe ist, kann man dabei aus dem Aussehen der Tröpfchenspur und aus dem Verhalten des Teilchens nach dem Durchdringen einer Metallplatte (Blei) ersehen. Besonders deutlich tritt dies hervor, wenn man den Entstehungsort zweier entgegengesetzt geladener Teilchen feststellen kann. Letzteres gelang L. Meitner und K. Philipp[1] bei Bestrahlung von Beryllium mit einem Poloniumpräparat. Es wurden 17 bis zur Quelle verfolgbare Bahnen beobachtet, von denen 9 negative und 8 positive Ladung besaßen bei Energien von $3 \cdots 4 \cdot 10^6$ eV. Das Polonium allein lieferte keine positiven Strahlen. Es ist aber noch festzustellen, ob sie gleichzeitig mit Neutronen vom Be emittiert oder durch die γ-Strahlung des Be in der Wandung ausgelöst werden. Diese positiven Strahlen können nicht als von Protonen oder α-Teilchen herrührend betrachtet werden, weil die Reichweite dieser Gebilde bei den benutzten Drucken in den Nebelkammern viel kleiner hätte sein müssen. Charakteristisch für einen im Magnetfeld H abgelenkten Strahl (Krümmungsradius ϱ) ist die Größe $H\varrho$. Diese steht mit der Geschwindigkeit v und der Masse m in der Beziehung: $\frac{c}{v} H\varrho = \sqrt{\left(\frac{m c^2}{e}\right)^2 + (H\varrho)^2}$ (c Lichtgeschwindigkeit, m Masse und e Ladung des Elektrons). Die Ionisation hängt bei schnellen Teilchen nur von der Ladung und Geschwindigkeit ab; bei gegebenem $H\varrho$ hängt die Geschwindigkeit aber von der Masse ab; die Ionisation zweier Teilchen von gleichem $H\varrho$ und verschiedener Masse m wird also immer verschieden sein müssen. Auf Grund derartiger Überlegungen hat C. D. Anderson[1] wohl als erster auf die Existenz von Teilchen hingewiesen, deren Ladung positiv und von der Größenordnung der Elementarladung e ist (der Faktor ist kleiner als 2) und deren Masse auch von der Größenordnung der eines Elektrons m ist (nach dem wenigen vorliegendes Material ist sie sicher kleiner als $20\,m$). Anderson nennt das normale Elektron mit negativer Ladung das Negatron und das positive Teilchen das Positron. Bemerkenswert ist hier sowie bei P. Kunze[2] und besonders ausgeprägt bei P. M. S. Blackett und G. P. S. Occhialini[3] das gleichzeitige Auftreten von mehreren positiven und negativen Bahnen. Letztere hatten ihre Nebelkammer zwischen zwei Zählrohren nach Geiger-Müller derart aufgestellt, daß eine Expansion der Kammer und gleichzeitige photographische Aufnahme (Zeitdauer 0,01 s) nur dann erfolgten, wenn die Strahlung gleichzeitig beide Zählrohre zum Ansprechen brachte. Ein Viertel ihrer Aufnahmen zeigte Mehrfachspuren, in 8 Aufnahmen fanden sie mehr als 8 Teilchen und auf 4 sogar mehr als 20. Sie sprechen deshalb auch von Teilchen-Schauern. Interessant ist, aus dem Verlauf ihrer Bahnen den Ursprungsort festzustellen. Dieser liegt wahrscheinlich in der Mehrzahl in dem Kupfer der Magnetfeldspule, andere scheinen aus dem Rahmen und der Glaswand der Nebelkammer zu stammen. Auch gehen sie von in die Kammer hineingelegten Kupfer- und Bleiplatten aus. Bei einer Wolframplatte waren keine festzustellen. Diese Mehrfachbahnen werden wahrscheinlich während eines Stoßprozesses gebildet. Sie könnten bei der Zertrümmerung eines leichten Kernes auftreten, und zwar dann positive und negative in gleicher Zahl. Daß diese positiven Elektronen aber bisher außer bei dem Vorhandensein durchdringender Strahlung noch nicht beobachtet sind, rührt wahrscheinlich von ihrer äußerst kurzen Lebensdauer her. Nach einer Abschätzung von Dirac liegt die mittlere Lebensdauer in der Größenordnung von 10^{-10} s. Bei der Beobachtung der Mehrfachbahnen muß man außerdem noch das Vorhandensein von nicht ionisierenden Teilchen, wie Neutronen oder Photonen, annehmen. Die positiven Elektronen können nach dem vorliegenden Material als bestätigt angenommen werden. In welcher Weise sie als Bausteine des Atomkerns anzusehen sind und welche Bedeutung sie für das Bild des Kernaufbaus oder des Kernzerfalls haben, läßt sich nach dem vorliegenden Material noch nicht übersehen. *Lü.*

Die Wärmeableitung in Dreileiterkabeln unrunden Querschnitts. — Beim Rundkabel ergänzen die Beiläufe die isolierten Adern auf einen Kreis, beim SO-Kabel[4] auf eine dreieckförmige Figur mit abgerundeten Ecken. Die Begrenzungslinien dieser Figur sowie die Begrenzungslinien der etwa vorhandenen Gürtelisolation, des Bleimantels und des Panzers sind beim SO-Kabel Linien, deren Krümmungsmittelpunkte an den über den Leitern liegenden Stellen die Leitermittelpunkte sind. Die theoretische Form dieser Begrenzungslinien besteht aus den Krümmungskreisen an den über den Leitern liegenden Stellen und den drei gemeinsam an diese Krümmungskreise gelegten Tangenten; bei praktisch ausgeführten

[1] Naturwiss. Bd. 21, S. 286 (1933).

[1] Science Bd. 76, S. 238 (1932) und Physic. Rev. Bd. 43, S. 491 (1933).
[2] Z. Physik Bd. 80, S. 559 (1933).
[3] Proc. Roy. Soc., Lond., Bd. 139 (A. S.), S. 699 (1933).
[4] Siehe z. B. Konstantinowsky, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47, S. 778 (1929). ETZ 1929, S. 742.

Digitized by Google

Kabeln sind die Begrenzungslinien an den über den Zwickeln liegenden Stellen bisweilen etwas ausgebuchtet. Tschiassny definiert als „unrunde Kabel allgemeiner Form" diejenigen zwischen Rund- und SO-Kabel liegenden Kabelformen, bei welchen die Krümmungsmittelpunkte der über den Leitern liegenden Teile der Begrenzungslinien zwischen dem Kabelmittelpunkt und den Leitermittelpunkten liegen, und führt als Unrundheitsfaktor das Verhältnis der Entfernung der Krümmungsmittelpunkte vom Kabelmittelpunkt zur Entfernung der Leitermittelpunkte vom Kabelmittelpunkt ein.

Die Arbeit bringt die rechnerische Bestimmung der Teilwärmewiderstände von unrunden Kabeln allgemeiner Form, d. i. des inneren Wärmewiderstandes, des Wärmewiderstandes des Panzers und des Wärmewiderstandes der Erde. Diese erfolgt in Fortbildung des von Mie[1] bloß für Rundkabel angewendeten Verfahrens. Bei H-Kabeln muß der Einfluß der metallisierten Folie, der bei den in Europa verwendeten Folien nicht groß ist, zunächst vernachlässigt werden. Es wird das durch je drei symmetrisch angeordnete Wärmequellen Q und Wärmesenken S entstehende Feld betrachtet und die Größe des Wärmewiderstandes zwischen zwei beliebigen Isothermen dieser Anordnung in geschlossener Form berechnet. Die bei unrunden Kabeln auftretenden Begrenzungslinien kann man mit großer Annäherung durch Kurven von der Gestalt dieser Isothermen (Miesche Kurven) ersetzen, dabei weichen die als Ersatz dienenden Mieschen Kurven im allgemeinen von der theoretischen Form der Begrenzungslinien noch um geringes mehr ab als die an ausgeführten Kabeln vorkommenden Begrenzungslinien. Die Leiter kann man vorbehaltlich einer Korrektur ebenfalls durch eine Miesche Kurve ersetzen. Mit Hilfe einer weiteren Korrektur und der in der Arbeit erstmalig veröffentlichten Ergebnisse von Hofman ausgeführter Trogversuche, welche eine Wiederholung der s. Z. von Konstantinowsky und Tschiassny[2] durchgeführten Trogversuche darstellen, werden die Wärmewiderstände für unrunde Kabel der theoretischen Form berechnet. Die Ergebnisse sind sowohl für durch Miesche Kurven als auch für theoretisch begrenzte unrunde Kabel in Form von Diagrammen angegeben, und es sind dadurch die an ausgeführten Kabeln im allgemeinen vorkommenden Werte eingegrenzt. Mit Hilfe der Ergebnisse der Trogversuche ist auch die Berücksichtigung des Einflusses der metallisierten Folie bei H-Kabeln möglich. Die Größe der ziffernmäßigen Verbesserung des Wärmewiderstandes von unrunden Kabeln wird für einige Beispiele berechnet. H-SO-Kabel mit der in Europa üblichen Metallfolie haben z. B. je nach der Größe des Kupferquerschnittes blank, in fließendem Wasser verlegt, eine um etwa 8 ··· 17 %, gepanzert, in Erde verlegt, eine um rd. 3,7 ··· 6 % größere Strombelastbarkeit als die entsprechenden Rundkabel. (L. Tschiassny, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 7, S. 459.)

Hochspannungstechnik.

Berechnung der elektrischen Durchbruchfeldstärke von Gasen mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems. Holm und Kirschstein nehmen zu einer von O. Mayr über die gleiche Frage veröffentlichten Arbeit[3] Stellung. Sie zeigen, daß vom physikalischen Standpunkt die Mayrsche Theorie aus zwei Gründen nicht haltbar ist. 1. Die Anwendung der Saha-Formel auf den Durchschlag ist unzulässig, denn die Saha-Formel stellt eine Aussage über einen Gleichgewichtszustand dar, der sich dann einstellt, wenn die beiden Prozesse der Ionisation und der Wiedervereinigung gleich häufig sind. Es gibt aber in der ganzen Physik wohl kaum einen Vorgang, der von einem solchen Gleichgewicht soweit entfernt ist wie der Durchschlag, zumal eine Wiedervereinigung während des Durchschlages praktisch überhaupt nicht stattfindet. 2. Der Ansatz für die ionisierende Wirkung des Primärelektrons ist mit den Messungen des Wirkungsquerschnittes von Molekülen gegenüber langsamen Elektronen unvereinbar, denn das Elektron beschreibt bei seinem Weg durch das Gas in Wirklichkeit eine verwickelte Zickzackbahn und überträgt bei jedem Stoß nur einen Bruchteil seiner Energie. Der Mayrsche Ansatz einer geradlinigen Bahn und 100prozentiger Energieübertragung beim Stoß kann auch nicht, wie Mayr es tut, nachträglich aus der „Übereinstimmung mit dem Experiment" gerechtfertigt werden, denn die teilweise vorhandene Übereinstimmung reicht, wie die Verfasser ausführlich zeigen, nicht im entferntesten aus, um so weitgehende Folgerungen daraus zu ziehen, wie Mayr es getan hat. (R. Holm u. B. Kirschstein, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 9, S. 640.)

[1] Mie, ETZ 1905, S. 137.
[2] Konstantinowsky u. Tschiassny, Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques, Paris 1927, Rapport 31.
[3] O. Mayr, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 352 (1932).

Verschiedenes.

Weltpropaganda für Deutsche Technik und Arbeit im Auslande. — Wir verweisen auf die von der „Auslandsverlag G. m. b. H." und der „Progressus Internationale Technische Verlagsgesellschaft m. b. H.", Berlin SW 19, eingeleitete Weltpropaganda für deutsche Technik und Arbeit im Auslande. Diese wird im Einvernehmen mit den nachstehenden industriellen Spitzenorganisationen ausgeführt:

Reichsverband der Deutschen Industrie, Berlin,
Verein Deutscher Ingenieure, Berlin,
Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin,
Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, Berlin,
Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin,
Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin,
Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Berlin,
Vereinigung der Fabrikanten im Gas- und Wasserfach, Dessau,
Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie, Berlin,
Wirtschaftsinstitut für Rußland und die Oststaaten, Königsberg.

Für diesen Werbefeldzug ist eine Serie der laufenden 5 Ausgaben der Exportzeitschrift „Das Echo" vorgesehen, und zwar in deutscher, englischer, französischer, spanischer und italienischer Sprache sowie je eine Ausgabe der 3 Progressus-Organe in englischer, spanischer und russischer Sprache.

Für den redaktionellen Teil haben namhafte Wissenschaftler sowie prominente Wirtschaftsführer ihre Mitarbeit zugesagt. Im Anschluß an den redaktionellen Teil ist der Industrie Gelegenheit gegeben, über ihre eigenen Arbeiten und Spitzenleistungen zu berichten oder eine Beschreibung ihres Betriebes bzw. eine Darstellung ihres Produktionsprogramms zu bringen. Eine intensive Beteiligung muß allen interessierten Firmen dringend empfohlen werden. Auskunft erteilt Auslandsverlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Jerusalemer Str. 53/54.

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Im Januar 1933 sind in Deutschland von den 122 Werken 35,4 Mill kWh und arbeitstäglich 1,4 Mill kWh (3 %) weniger erzeugt worden als während des Vormonats, dagegen 127,1 Mill kWh (11 %) bzw. je Arbeitstag 3,1 Mill kWh (7 %) mehr als im Parallelmonat von 1932. Der Verbrauch hat bei den 103 Werken gegen den Dezember 1932 um 4,4 bzw. arbeitstäglich um 0,2 Mill kWh abgenommen, war aber um 31,6 Mill kWh (8 %) bzw. 0,6 Mill kWh (4 %) größer als in dem entsprechenden Monat des Vorjahres. Für den Februar 1933 ergibt sich ein Rückgang der Erzeugung gegen den Januar um 178,7 (14 %) und arbeitstäglich um 3,3 Mill kWh (7 %), dem indessen ein Anwachsen im Vergleich zum Februar 1932 um 6,6 bzw. 2,1 Mill kWh (5 %) gegenübersteht. Der Verbrauch weist eine Minderung um 35,4 (8 %) bzw. 0,1 Mill kWh gegen den Januar, aber auch eine solche um 1,7 Mill kWh gegenüber dem Parallelmonat von 1932 auf, während der Vergleich mit letzterem arbeitstäglich eine schwache Steigerung um 0,6 Mill kWh zeigt. Im März 1933 haben die 122 Werke die Erzeugung des Vormonats um 58,9 Mill kWh (5 %) erhöhen können, arbeitstäglich ist die Produktion jedoch um 2,9 Mill kWh (6 %) gefallen. Verglichen mit dem März 1932, läßt sich eine Zunahme um 86,6 Mill kWh (8 %) bzw. 0,1 Mill kWh je Arbeitstag feststellen. Im 1. Vierteljahr war die Gesamterzeugung um 7 % höher als in der gleichen Zeit des Vorjahres.

Monat	Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932
I.	1264,9	1137,8	48,6	45,5	421,1	389,5	16,2	15,6	3,39	3,29
II.	1086,2	1079,6	45,3	43,2	385,7	387,4	16,1	15,5	3,36	3,26
III.	1145,1	1058,5	42,4	42,3	.	385,6	.	15,4	.	3,25

fm.

[1] Vgl. ETZ 1933, S. 383.

Digitized by Google

AUS LETZTER ZEIT.

Oberschlesiens größte Talsperre[1]. — Am 17. VI. wurde durch den Reichsverkehrsminister das für die Oderschiffahrt wichtige Staubecken an der Glatzer Neiße bei Ottmachau eingeweiht.

Schnelltriebwagen auch nach Dresden und Leipzig. — Nach langen Versuchen und Proben hat die Reichsbahn zu Beginn des Sommerfahrplans den Schnelltriebwagen, der der Öffentlichkeit unter dem Namen „Fliegender Hamburger" bekannt ist, in Dienst gestellt[2]. Nun sollen neuerdings auch andere Strecken mit Schnelltriebwagen befahren werden. Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn verhandelt im Augenblick über den Bau weiterer Schnelltriebwagen. Diese neuen Wagen sollen später auf den Strecken Berlin—Dresden und Berlin—Leipzig den Dienst versehen.

Eine Funkübertragung über die ganze Erde. — Die Ansprache des Königs von England bei der Eröffnung der Weltwirtschaftskonferenz am 12. VI. ist durch 2000 Stationen über die ganze Erde verbreitet worden. Die Rede wurde von London mit Fernkabelleitungen auf die Funksender der Länder Europas und auf dem Funkwege auf die Funksender in Nord- und Südamerika, Südafrika, Ägypten und Indien übertragen, ebenso nach Japan, wohin zum erstenmal eine Funksprechverbindung hergestellt wurde. In den V. S. Amerika wirkten an der Verbreitung 200 Stationen mit. In Australien und Neuseeland wurde die Rede mit Grammophonplatten aufgenommen und später bekanntgegeben.

Die Verwirklichung des Rundfunk-Volksempfängers. — Der Wunsch des Propagandaministeriums, ein billiges Rundfunkgerät auf den Markt zu bringen, das überall den Empfang des Bezirksenders und des Deutschlandsenders ermöglicht, geht der Verwirklichung entgegen. Durch enge Zusammenarbeit von Funkindustrie und -handel wird es gelingen, einen Volksempfänger zum Preise von voraussichtlich 76 RM herauszubringen, und zwar anläßlich der bevorstehenden Funkausstellung. Das Gerät wird ein Einkreis-Zweiröhren-Empfänger mit Freischwinger-Lautsprecher sein und wird zunächst in einer Serie von 100 000 Stück aufgelegt. Der niedrige Preis ist nur dadurch möglich, daß der Apparat von allen Fabriken einheitlich nach einer bestimmten Konstruktion, die nur an einer Stelle entwickelt wurde, hergestellt wird, daß die Röhrenhersteller die Preise für diesen besonderen Zweck um rd. 50 % ermäßigen und Patentinhaber und Händler auf einen Teil des üblichen Verdienstes verzichten.

Mangel an Installationsmaterial infolge der Kontingentierung in Rumänien. — Rumänische Blätter berichten laut I. u. H., daß infolge der Kontingentierungsmaßnahmen ein bedeutender Mangel an elektrischem Installationsmaterial in Rumänien bestehe. Die Bukarester Elektrizitätsgesellschaft hat noch im vorigen Jahr Leitungskabel im Ausland bestellt, für die sie bisher die notwendige Einfuhrbewilligung nicht erhalten konnte. Da alle Vorräte erschöpft sind, werden die Verlegungsarbeiten für drei Monate unterbrochen werden müssen. Ebenso können die zahlreichen Neubauten der Hauptstadt nicht mit elektrischen Anschlußleitungen versehen werden.

Neue AEG-Lieferungen. — Der AEG sind in letzter Zeit wieder große Aufträge, insbesondere auf Kraftversorgungseinrichtungen zugegangen. Erfreulich ist hierbei, daß das Inland mit größeren Objekten vertreten ist. So liefert die AEG z. B. für ein westdeutsches Elektrizitätswerk einen Drehstrom-Turbosatz von 9000 kW Leistung. In Ostpreußen wird von ihr der Bau einer 67 km langen 60 000 V-Freileitung ausgeführt. Eine Großgleichrichteranlage von 4000 A und eine Dampfturbine von 6250 kW Leistung wurden von zwei städtischen Elektrizitätswerken in Auftrag gegeben. An bedeutenden Auslandsaufträgen wurden u. a. hereingenommen: für Spanien 10 elektrische Hafen-Kranausrüstungen, für die osteuropäische Industrie ein größerer Turbosatz, für Südamerika ein großer Auftrag auf Kabel und Hochspannungsmaterial.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 1209.
[2] Vgl. ETZ 1933, S. 287 u. 411.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Mitgliedsbeitrag.

Diejenigen persönlichen Mitglieder, die den Beitrag für das 2. Halbjahr 1933 (12 RM) noch nicht entrichtet haben, werden im eigenen Interesse um baldige Zahlung (Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02) gebeten, damit in der Lieferung der ETZ keine Unterbrechung eintritt.

Mitglieder, die Zahlungserleichterung wünschen, wollen sich an die Geschäftstelle Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, wenden.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Die Inhaber von Halbjahres-Gastkarten werden darauf hingewiesen, daß die für das I. Halbjahr 1933 gelösten Gastkarten zum Besuche der vom Elektrotechnischen Verein veranstalteten Vorträge usw. mit Ablauf des 30. Juni 1933 ihre Gültigkeit verlieren. Die Inhaber werden daher gebeten, eine Dauergastkarte für das II. Halbjahr 1933 (vom 1. Juli bis 31. Dezember 1933) zu lösen. Der Preis für die Halbjahreskarte beträgt 4 RM.

Die Einrichtung der Karten ist bestimmt:

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten.

b) für junge Fachgenossen, die sich noch in Anfangsstellungen befinden und die Vorträge zu ihrer Fortbildung besuchen wollen, aber noch nicht in der Lage sind, den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen.

c) für solche Personen, die sich bisher nicht haben entschließen können, dem Elektrotechnischen Verein beizutreten. Der Besuch der Vorträge und der sonstigen Veranstaltungen des Vereins soll diesen Personen auf Grund der Dauerkarten Gelegenheit geben, die Einrichtungen des Elektrotechnischen Vereins, seine vielseitigen Bestrebungen, Anregungen usw. kennen zu lernen. Wir knüpfen daran die Hoffnung, daß die Karteninhaber, wenn sie an den Einrichtungen des Vereins Geschmack finden, später die Mitgliedschaft erwerben.

d) für solche Personen, die dem Elektrotechnischen Verein aus verschiedenen Gründen nicht angehören, aber zu ihrer Weiterbildung usw. den sorgfältig ausgewählten Vorträgen, die möglichst alle Zweige der Elektrotechnik umfassen, Interesse entgegenbringen.

Die Dauerkarten berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während der Gültigkeitsdauer der Karte veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw., ferner zur Benutzung der im Ingenieurhaus, Berlin NW 7, untergebrachten Bibliothek des Elektrotechnischen Vereins sowie auch der Bibliothek des VDI

Digitized by Google

gegen Vorzeigung der Karte. Die Inhaber solcher Karten nehmen teil an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen, z. B. an dem ermäßigten Bezug der Karten zu den verschiedenen Vortragsreihen und der Veröffentlichungen des Elektrotechnischen Vereins.

Die vorteilhafte Einrichtung der Halbjahres-Gastkarten sei daher allen Interessenten empfohlen.

Die Karten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Die Inhaber besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Die Halbjahreskarten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, erhältlich; der Betrag von 4,— RM kann auf unser Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02 überwiesen werden.

Bericht

über die ordentliche Sitzung am 30. Mai 1933 in der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Präsident Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Meine Herren! Ich eröffne die Sitzung und heiße Sie willkommen. Insbesondere begrüße ich auch die Gäste, die zu unserer heutigen Sitzung so zahlreich erschienen sind. Der Bericht über die ordentliche Sitzung am 25. April ist ohne Einwendungen geblieben; er ist also angenommen. Seit dieser Sitzung sind 18 Neuanmeldungen eingegangen. Die Liste liegt hier aus.

Zum 2. Punkt der Tagesordnung erteile ich das Wort Herrn Dr.-Ing. Kesselring zu dem Vortrag über das Thema: „Untersuchungen an elektrischen Lichtbögen".

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Ich danke dem Herrn Vortragenden für seinen außerordentlich inhaltreichen Vortrag, aus dem wir sehr viel gelernt haben. Zur Besprechung erteile ich zunächst das Wort Herrn Professor Dr. Ramsauer.

(Diskussion folgt.)

Vorsitzender: Am Verlauf der Erörterungen über das Schalterproblem, die in den letzten Jahren in unserem Verein stattgefunden haben, hat es sich wieder einmal bewahrheitet, daß der Kampf der Vater aller Dinge und namentlich jeglichen Fortschritts ist. Wenn dabei so wertvolle und schöne Ergebnisse herauskommen, wie wir sie heute abend gehört haben, und es schließlich zu einer Versöhnung der Geister und Angleichung der Standpunkte kommt, dann kann man recht zufrieden sein.

Der heutige Abend ist die letzte ordentliche Sitzung vor der üblichen Sommerpause. Die nächste ordentliche Sitzung wird am 26. September stattfinden. Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen für die Sommerpause eine gute Erholung wünsche und sage: „Auf Wiedersehen mit gestärkten Kräften im Herbst!"

(Lebhafter Beifall.)

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Aktiebolaget Hammarbylampan, Glühlampenfabrik, Stockholm.
Altmann, Kurt, Techniker, Berlin-Südende.
Blohm, Rich., Berlin-Charlottenburg.
Brambach, Rud., Nordhausen.
Fiebrandt, Artur, Berlin.
Heinrich, Willy, Dr.-Ing., Berlin.
Hinz, Werner, Berlin-Schöneberg.
von Holtzendorff, Werner, Prokurist, Berlin.
Kaestner, Paul, Berlin.
Kempe, Ragnar, Ingenieur, Ludvika (Schweden).
Krasnjansky, Alex, Berlin.
Krummnow, Walter, Dipl.-Ing., Berlin-Neukölln.
Levy, Paul, Elektroing., Berlin.
Meier, Fritz, Berlin-Köpenick.
Pretzsch, Horst, cand. ing., Berlin-Charlottenburg.
Sprinck, Hans, Berlin-Grunewald.
Taubert, Alfred, Berlin-Steglitz.
Zastryrec, Roman, Dipl.-Ing., Tarnów/Polen.

Elektrotechnischer Verein.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Übersicht über die Beschlüsse des mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusses vom 11. Juni 1933 in Wiesbaden.

Nachstehend sind die von dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse am 11. Juni 1933 in Wiesbaden gefaßten Beschlüsse zusammengestellt:

Vorstand.

Wiedergewählt wurden auf zwei Jahre die Herren: Binder, von Buol, Schreiber.

Neugewählt wurden auf zwei Jahre die Herren: Gamer, Grauert, Jahncke, Ohnesorge, Schieb.

Zum Vorsitzenden wurde auf zwei Jahre Herr Ohnesorge gewählt.

Die Neuwahlen gelten ab Vollzug der Niederschrift der Ausschußsitzung, nachdem die Herren Bannwarth, Brauns, Montanus, Petersen und Wechmann ihre Ämter zur Verfügung gestellt haben.

Ausschuß.

Die ausscheidenden Herren Craemer, Dettmar, Köttgen und Schering wurden auf zwei Jahre wiedergewählt.

Neugewählt wurden auf zwei Jahre die Herren: Brauer, Brauns, Fürst, Montanus, Petersen, Wechmann.

Rechnungsrevisoren.

Als Rechnungsrevisoren des Verbandes wurden die Herren Alvensleben und Froese gewählt.

Ort der nächsten Jahresversammlung.

Als Ort der Jahresversammlung 1934 wurde, der bereits seit Jahren vorliegenden Einladung des Württembergischen Elektrotechnischen Vereins entsprechend, die Stadt Stuttgart gewählt.

Beitragsfestsetzung.

Für das Jahr 1934 wurde der Jahresbeitrag der persönlichen Mitglieder wie für 1933 auf 24 RM festgesetzt.

Die Beiträge für die körperschaftlichen Mitglieder bleiben für 1934 unverändert.

Für die Vereinsanteile gelten die Bestimmungen des § 3 des zwischen dem VDE und den Elektrotechnischen Vereinen und Gesellschaften geschlossenen Vertrages.

Vollmachten.

Der Vorsitzende des Vorstandes wurde bevollmächtigt, die stellvertretenden Vorsitzenden zu ernennen, dem Zusammenschlusse der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereine und Verbände unter bestimmten Voraussetzungen zuzustimmen, entgegen den §§ 8 und 9 der Satzung unter Verzicht auf vorherige Veröffentlichung die Zahl der Vorstandsmitglieder für eine Übergangszeit von zwei Jahren bis zu 20 zu erhöhen sowie einen Satzungsausschuß zu berufen, der die Aufgabe hat, die Satzung des VDE nach zeitgemäßen Grundsätzen umzubilden.

Der Vorstand wird ermächtigt, folgende nochmal zu überprüfende sowie zur Zeit noch nicht endgültig fertiggestellte Kommissionsarbeiten nach geschäftsordnungsmäßiger Behandlung der gegen die Entwurfsarbeiten eingegangenen oder noch eingehenden Einsprüche im Laufe des nächsten Geschäftsjahres in Kraft und bislang vorhandene Arbeiten, die durch die Neufassungen ersetzt sind, gleichzeitig außer Kraft zu setzen:

1. Kommission für Errichtungsvorschriften I.
   Kommission für Errichtungsvorschriften II.
   a) Die von dem Sonderausschuß „Leuchtröhrenanlagen" aufgestellten
      VDE 0128/19.. „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen".
   b) Außerkraftsetzung der bisherigen Bestimmung
      VDE 0128/1930 „Regeln für die Errichtung von Leuchtröhrenanlagen".

Digitized by Google

2. Kommission für Errichtungsvorschriften II.

Ergänzungen zu
VDE 0101/1930 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2."

3. Kommission für Drähte und Kabel.

Abänderungen an
VDE 0250/1931 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L."

4. Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Die in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgengesellschaft ausgearbeiteten
VDE 0555/19.. „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren für Röntgenanlagen R.E.R.T."

5. Kommission für Isolierstoffe.

a) VDE 0315/19.. „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Preßspan".

b) VDE 0322/19.. „Leitsätze für die Prüfung und Bewertung von Hartgummi".

c) Außerkraftsetzung der bisherigen Bestimmungen VDE 0316/1929 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Tafelpreßspan",
VDE 0317/1930 „Leitsätze für die Lieferung und Prüfung von Rollenpreßspan".

6. Kommission für Isolieröle.

a) VDE 0370/19.. „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Isolierölen für Transformatoren und Schalter R.E.Ö.".

b) Außerkraftsetzung der bisherigen Bestimmung VDE 0370/1927 „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle".

7. Ausschuß für Klein- und Kleinspannungstransformatoren.

a) 0550/19.. „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung R.E.T.K."

b) Außerkraftsetzung der bisherigen Bestimmungen VDE 0549/1921 „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungsstarkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)", VDE 0550/1929 „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K.".

8. Kommission für Überspannungsschutz.

VDE 0678/19.. „Leitsätze für die Bewertung und Prüfung von Überspannungsschutzgeräten für Starkstromanlagen L.P.Ü.".

9. Vorstand.

Dem Vorstand wird eine allgemeine Bevollmächtigung bis zur nächsten Jahresversammlung erteilt, Entwurfsarbeiten in Kraft und vorhandene Arbeiten zu ändern bzw. außer Kraft zu setzen.

10. DIN VDE-Normblätter.

Der Vorstand wurde ermächtigt, bis zur Jahresversammlung 1934 die endgültig fertiggestellten Normblätter für die Drucklegung freizugeben.

Kommissionsarbeiten.

Die nachstehend aufgeführten Bestimmungen sind von dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse mit der Maßgabe angenommen, daß bei einigen dieser Arbeiten kleinere Änderungen auf Grund nachträglich eingegangener Einsprüche vorgenommen werden dürfen, die in die von diesen Arbeiten herauszugebenden Sonderdrucke aufgenommen werden sollen.

1. Kommission für Schaltgeräte.

VDE 0663/1933 „Leitsätze für Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung".
Gültig ab 1. Januar 1934.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 359.

2. Kommission für Hochfrequenztechnik.

a) VDE 0860/1933 „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V.R.G.".
Gültig ab 1. Januar 1934.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 315.

b) VDE 0870/1933 „Leitsätze für Kondensatoren der Rundfunk- und Entstörungstechnik L.R.K.".
Gültig ab 1. Januar 1934.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 484.

c) Außerkraftsetzung nachstehender Arbeiten:

VDE 0860/1929 „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (-netzen) in Verbindung stehen. V.R.G." vom 1. Juli 1929.

„Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang (mit Ausschluß solcher Geräte, die in leitender Verbindung mit einem Starkstromnetz benutzt werden)" vom 1. September 1924.

Der Antrag war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 315.

3. Kommission für Isolierstoffe.

VDE 0326/1933 „Leitsätze für die Prüfung von Hartpapierformstücken".
Gültig ab 1. Juli 1933.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 510.

4. Kommission für Handgeräte.

VDE 0751/1933 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzapparate zur Diathermie und Hochfrequenzchirurgie V.E.Med.2.".
Gültig ab 1. Januar 1935.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 388.

5. Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

a) VDE 0442/1933 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen".
Gültig ab 1. Januar 1934.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 385.

b) VDE 0431/1933 „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke".
Gültig ab 1. Juli 1933.
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 459.

6. Kommission für Elektrowerkzeuge.

Abänderung von § 23 a) in
VDE 0740/1932 „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.E.Wz.".
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 510.

7. Kommission für Drähte und Kabel.

Abänderungen an den Tafeln I, III, V sowie Ergänzung von § 4 in
VDE 0255/1928 „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K.".
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 315.

8. Kommission für Installationsmaterial.

Ergänzung von §§ 29 und 45 in
VDE 0610/1928 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.".
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 510.

9. Kommission für Schaltgeräte.

Abänderung von § 44 in
VDE 0660/1928 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S.".
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 534.

10. Kommission für Anlasser und Steuergeräte.

Abänderung von § 51 a) und b) sowie des Kapitels XII „Widerstandswerkstoffe für Anlasser und Regler" in
VDE 0650/1928 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A.".
Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 534.

11. Kommission für Überspannungsschutz.

Außerkraftsetzung des Abschnittes II 3A a) in
VDE 0145/1925 „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen".
Der Antrag war veröffentlicht in ETZ 1933, S. 924.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:

P. Schirp.

Digitized by Google

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4. Bismarckstr. 33.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hat im Januar 1933 bei der zuständigen Staatsanwaltschaft gegen den Inhaber bzw. Geschäftsführer der Firma Gebr. Schmidt, Hüttefabrik b. Hülsenbusch/Rhld., Strafantrag wegen unberechtigter Benutzung des VDE-Zeichens gestellt.

Das Amtsgericht Gummersbach hat daraufhin am 12. IV. 1933 für Recht erkannt:

„Der Angeklagte wird wegen Vergehens gegen § 14 des Warenzeichengesetzes zu einer Geldstrafe von fünfzig Reichsmark, hilfsweise zu zehn Tagen Gefängnis und zu den Kosten des Verfahrens verurteilt.

Außerdem wird die Anordnung der Veröffentlichung des entscheidenden Teils des Urteils durch Aushang an die Gerichtstafel Gummersbach auf die Dauer von einer Woche, innerhalb eines Monats nach Rechtskraft des Urteils, ausgesprochen."

Betr.: Installationsselbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installationsselbstschalter der Firma Lindner & Co., Elektrotechnische Spezialfabrik, Jecha-Sonderhausen, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installationsselbstschalter (VDE 0640/1930):

Installationsselbstschalter in Sockelform, mit rückwärtigem Bolzenanschluß, für 6 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung (Ursprungszeichen LJS) mit thermischer, elektromagnetischer und Freiauslöseeinrichtung.

Prüfzeit: Mai/Juni 1933.

Für Installationsselbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installationsselbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin (gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für technische Physik). 7. VII. 1933, abds. 7½ h, Phys. Inst. der T. H.: Vortrag G. Hertz, „Weitere Versuche zur Trennung von Isotopengemischen" (n. gemeins. mit H. Harmsen und W. Schütze ausgeführten Versuchen).

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. T. Blathy. — Am 1. VII. d. J. feiert Herr Otto Titus Blathy das fünfzigjährige Jubiläum seiner Tätigkeit in der elektrischen Abteilung der Firma Ganz & Comp. in Budapest, deren Direktionsmitglied er ist. Blathy wurde 1860 in Tata geboren und erwarb 1881 das Ingenieurdiplom an der Technischen Hochschule in Wien. Im Verlauf dieser fünf Jahrzehnte ist aus dem einfachen Ingenieur ein hervorragender Führer der elektrotechnischen Wissenschaft und Praxis geworden. Obgleich Blathy literarisch wenig hervortrat, sind seine wissenschaftlichen Forschungen und Erfindungen sowie seine Leistungen im Bau elektrischer Maschinen und Apparate weit über die Grenzen seines Vaterlandes gedrungen. Groß und zahlreich sind die Herrn Blathy im Lauf der Zeit verliehenen Ehrungen, von denen hier lediglich die Ernennungen zum Ehrendoktor seitens der Technischen Hochschulen in Budapest und Wien genannt sein mögen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrotechnik, Bd. 4: Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. (Sammlung Göschen Nr. 657.) Von Prof. I. Herrmann. 3., neubearb. Aufl. Mit 99 Fig. i. Text, 16 Taf. m. 42 Abb. u. 118 S. in kl. 8°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin 1932. Preis geb. 1,62 RM.

Die weitverbreiteten Freunde der „Einführung in die Elektrotechnik" von Prof. Herrmann werden sich freuen, nun auch die dritte Auflage des erweiterten IV. Bandes vor sich zu sehen. Sie sind wohl hauptsächlich unter den technischen Studierenden und Schülern der Oberklassen höherer Lehranstalten anzutreffen. Wohl veranlaßt durch zahlreiche jugendliche Anfragen, brachte kürzlich eine mit einer Buchhandlung verbundene größere deutsche Zeitung die „Elektrotechnik" von Herrmann namentlich auch unter den empfehlenswerten Konfirmationsgeschenken. Diese Popularität verdankt das Werk der bei aller Wissenschaftlichkeit doch allgemein verständlichen und leichtfaßlichen Darstellungsweise. Das im Vergleich mit den ersten drei Bändchen bedeutend vielgestaltigere Gebiet der Erzeugung und Verteilung der Elektrizität brachte es aber mit sich, daß nicht alle Einzelheiten ausführlich besprochen werden konnten, so daß zum vollen Verständnis dieses IV. Bandes schon eine größere Vertrautheit mit dem Gebiet Voraussetzung ist. Wenn noch ein Wunsch erlaubt ist, so wäre es der, bei einem Neudruck die Unterschiede zwischen reinem Maschennetz, Strahlennetz mit sekundär unabhängigen Transformatoren und neuzeitlichem Maschennetz mit verteilter Automatik ebenso klar gegenüberzustellen, wie dies bei der Besprechung der verschiedenen Systeme der Hochspannungs-Schaltanlagen S. 82 geschehen ist. Denn gerade diese Begriffe werden in der Folgezeit oft erwähnt werden, und außer der lernenden Jugend sind es doch auch Magistratsmitglieder, juristische Beamte u. dgl., die in den Göschenbändchen Herrmanns eine kurze und zuverlässige Information suchen. Die bei aller Kürze doch alles Wichtige umfassende klare Darstellung und die reichlichen deutlichen Abbildungen vermitteln ein lebensvolles Bild der Starkstromtechnik, und so wird das in der Neubearbeitung nun vollständige Werk von neuem die weite Verbreitung finden, die es verdient.

W. Gosebruch.

Machines Electriques. Von Prof. A. Mauduit. Mit einem Vorwort von Prof. A. Blondel. 4. Aufl. Bd. 1: Dynamos, Alternateurs, Transformateurs statiques. Mit 387 Abb., XXVI u. 894 S. in gr. 8°. Bd. 2: Moteurs d'Induction, Machines synchrones, Commutatrices, Moteurs alternatifs à Collecteurs, Redresseurs. Mit 651 Abb. u. 843 S. in gr. 8°. Verlag Dunod, Paris, 92 Rue Bonaparte, 1931. Preis f. beide Bände geh. 265 Fr., geb. 287 Fr.

Dieses wohl ausführlichste Werk in französischer Sprache über elektrische Maschinen und verwandte Gebiete behandelt im ersten Band in 6 Kapiteln zunächst die Untersuchung und Prüfung der Gleichstrommaschine, dann deren Theorie und Berechnung, die Grundlagen der Berechnung und Messung von Wechselströmen, Wechsel- und Drehstrom-Generatoren und -Transformatoren. Der zweite Band enthält 4 weitere Kapitel, das siebente behandelt Asynchronmotoren, das achte Synchronmaschinen (synchrone und synchronisierte Motoren, Parallelbetrieb und Pendelerscheinungen bei Generatoren, Einankerumformer, Spannungsteiler, Kaskadenumformer sowie die Selbsterregung von synchronen und asynchronen Maschinen durch kapazitive Belastung). Das neunte Kapitel enthält die Wechselstrom- und Drehstrom-Kommutatormaschinen, während im letzten Kapitel unter der Überschrift: „Verschiedene Ergänzungen" zunächst die experimentelle Aufnahme und die harmonische Analyse von Wechselstromkurven, die Zerlegung unsymmetrischer Drehstromsysteme in ihre symmetrischen Komponenten, die Umformung von Dreiphasenstrom in Zweiphasenstrom, Gleichstrommaschinen für konstanten Strom, endlich die Quecksilbergleichrichter eingehend behandelt werden.

Neben den sehr ausführlich und streng wissenschaftlich gehaltenen Ausführungen über die Theorie, den Bau und die Wirkungsweise der verschiedenen Maschinenarten, die vielfach auf eigenen Arbeiten des Verfassers beruhen — bei uns sind die über die Stromwendung am bekanntesten — und bei denen auch die wichtigsten Gesichtspunkte für den Entwurf und die konstruktive Ausführung und deren Berechnung nicht fehlen, zeichnet sich das Buch durch eine besonders eingehende Erörterung aller Fragen

Digitized by Google

des Betriebes aus und erfüllt dadurch sowohl die Anforderungen eines Lehrbuches über den Bau der Maschinen als auch die eines zuverlässigen Führers für den projektierenden und den Betriebsingenieur. Bei der Neubearbeitung scheint das Kapitel über Kommutatormaschinen etwas zu kurz gekommen zu sein, es enthält manche veraltete praktisch nicht verwendete Ausführungen, während man anderseits die Drehstromerregermaschinen sowie die synchronen und asynchronen Blindleistungsmaschinen vermißt. Ferner erscheint es dem Berichter zweckmäßiger, die Ausführungen über Bruchlochwicklungen aus dem siebenten Kapitel über Asynchronmotoren in das fünfte über Generatoren zu verlegen, wo sie praktisch mehr Zweck und Verwendung haben. Diese kleinen Anregungen können den Wert des ausgezeichneten Werkes natürlich nicht herabsetzen, für dessen Beliebtheit schon der Umstand spricht, daß ein so umfangreiches Werk schon in vierter Auflage erscheint, und das auch bei uns jedem Leser reiche Anregungen zu bieten vermag. A. Fraenckel.

The jet-wave rectifier. An account of its constructional development during the years 1919—1929. Von J. Hartmann. (Ingenørvidenskabelige Skrifter A Nr. 24.) Mit zahlr. Abb. u. 302 S. in gr. 8°. Verlag Danmarks Naturvidenskabelige Samfund, Kopenhagen 1931. Preis geh. 30 Kr.

Das Prinzip des Wellenstrahl-Gleichrichters ist denkbar einfach[1], die konstruktive Ausführung arbeitet mit im allgemeinen bekannten Mitteln, und doch war eine Unsumme von Schwierigkeiten zu überwinden, bis aus dem empfindlichen Laboratoriumsgerät ein technisch brauchbarer Apparat wurde. Es ist von besonderem Reiz, an Hand des Hartmannschen Buches dieser Entwicklung nachzugehen, denn nicht nur die fertige Konstruktion wird beschrieben, sondern vornehmlich die Stufen ihrer Entstehung, die in sich bereits brauchbare Lösungen brachten, von denen sicher noch manche auf anderen Gebieten Anwendung finden werden. Dank dem wissenschaftlichen Ehrgefühl und der Geduld des Verfassers, die ihn vor vorzeitiger Veröffentlichung bewahrten, kann er in seinem Buch über alle mit dem Wellenstrahl-Gleichrichter zusammenhängenden Fragen berichten und eigene Versuchsergebnisse mitteilen. Hoffentlich findet Prof. Hartmann auch noch Gelegenheit, seine Forschungen über das Kommutierungsproblem ausführlicher darzustellen als es in seinem Buch geschehen ist.

Das Werk gliedert sich entsprechend den Teilen des Gleichrichters: Strahl, hydrodynamischer Kreis, Magnetfelder usw.; den Beschluß bilden Beispiele ausgeführter Anlagen, Betriebserfahrungen, Patentschutz, Finanzierung und Geschichte. Die Schreibweise ist klar; gute Abbildungen erleichtern das Verständnis.

Nicht nur Spezialisten sollten zu diesem Buch greifen, sondern alle forschend oder entwerfend tätigen Ingenieure. Infolge der gründlichen Arbeitsweise des Verfassers werden zahlreiche Fragen behandelt, die man vorerst in dieser Monographie kaum vermutet. Neben dem Elektriker werden auch technische Physiker, Maschinenbauer u. a. auf ihre Kosten kommen und manche Anregung empfangen. G. H. Winkler.

Billige Kessel, billiger Dampf. Von E. Praetorius. H. 1 der Schriftenreihe Ingenieurbildung, herausg. v. G. v. Hanffstengel. Mit 43 Abb., XVI u. 155 S. in 8°. Verlag Verkehrswissenschaftl. Lehrmittelges. m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1932. Preis kart. 3,50 RM.

Wie der Herausgeber G. v. Hanffstengel in der Einleitung betont, soll diese neue Schriftenreihe der Weiterbildung des Ingenieurs dienstbar sein. Das in Fortbildungskursen gesprochene Wort soll durch das geschriebene unterstützt werden. Wenn diese Bücher auch im wesentlichen als Hilfsmittel bei Kursen gedacht sind, sollen sie doch jeden, der sich mit dem betreffenden Gebiet beschäftigen will, in klarer, anschaulicher Weise an die einzelnen Probleme des Fachgebietes heranführen.

Das 1. Heft dieser Schriftenreihe erfüllt diese Aufgabe sehr weitgehend. Es behandelt das Dampfkesselwesen, und zwar von einer Seite aus, von der es bisher nicht angefaßt worden ist. Zwar wird auch die Entwicklung des Dampfkesselwesens seit dem Kriege dargestellt und der heutige Stand skizziert, jedoch ist der Hauptwert darauf gelegt worden, zu zeigen, welch vielfachen Einflüssen die Erstellungskosten und der Dampfpreis unterliegen. Das Buch führt zur Erkenntnis der inneren Zusammenhänge und gibt einen Überblick über das bisher Erreichte und über die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten. Der gestellten Aufgabe gemäß soll es das Verständnis wecken und dem Leser ein Wegweiser durch die Vielgestaltigkeit der Erscheinungsformen im heutigen Dampfkesselwesen sein. Wer sich eingehender mit dieser Materie beschäftigen will, ist hierzu durch zahlreiche Hinweise auf die bemerkenswertesten Aufsätze in den Fachzeitschriften und durch die beigegebene Zusammenstellung der wichtigsten Buchliteratur in der Lage. Die Darstellung ist anschaulich; die Stichworte am Rande erleichtern die Übersicht und das schnelle Auffinden.

Für die nächste Ausgabe des Buches sei empfohlen, den Abschn. II: „Die wichtigsten Fortschritte und Aufgaben im Dampfkesselwesen" fortfallen zu lassen. Da dieser Abschnitt eine kurz zusammengefaßte Inhaltsangabe der folgenden Abschn. III und IV ist, könnte der hierdurch gewonnene Platz wertvoller durch teilweise etwas ausführlichere und vertiefte Darstellung ausgenutzt werden. Nebenbei bemerkt sei noch, daß reine Spitzendampfkraftwerke nicht mehr, wie auf S. 104 vermerkt, 200 ··· 250 RM/kW kosten. Es ist heute möglich, solche Kraftwerke für 100 ··· 150 RM/kW zu bauen.

Das Buch kann jedem, der sich mit dem Dampfkesselwesen befaßt bzw. befassen will, empfohlen werden.
Karl Schröder

Die Offenbarung von Erfindungen als Grundlage ihres Schutzes. Anleitung zu kausalem Denken. Von Dr. R. Müller-Liebenau. Mit 11 Abb. u. 207 S. in 8°. Selbstverlag Berlin-Grunewald, Cunostr. 47; 1931. Preis geb. 15 RM.

Der Verfasser bietet in der vorliegenden Schrift eine grundsätzliche Betrachtung: Über die Offenbarung von Erfindungen als Grundlage ihres Schutzes oder, wie nach dem Vorwort der Titel des Werkes in Anpassung an die chronologische Entwicklung der damit verfolgten Zwecke und der dazu führenden Mittel zutreffender lauten sollte: „Kausales Denken, vorgeführt an einer Untersuchung des Wesens eines Schutzes zur Ermittlung der Offenbarung patentschutzfähiger Erfindungen als Grundlage ihres Schutzes". Wie der Verfasser im Anschluß daran wörtlich ausführt, wäre bei diesem Titel erkennbar gewesen, „daß der erste Zweck meiner Ausführungen in der Feststellung der schwierigen geistigen Operation streng kausalen Denkens mit allen ihren Einzelheiten besteht, weil dieses richtig durchgeführte Denken und das Handeln danach in alles Geschehen dieser Welt erst die notwendige Klarheit zu bringen vermag, auch in die Handlung des Schützens einer Erfindung". Es handelt sich hier um ein patent-philosophisches Werk.

Der Verfasser behandelt in einem ersten Teil: „Das Wesen des Schutzes in allgemeiner Betrachtung", in einem zweiten Teil: „Den Erfindungschutz", in einem dritten Teil: „Die Analyse des schädigenden und des schützenden Vorganges im Schutzfalle einer Erfindung".

Die Darstellung über das Wesen des Schutzes als solchen wird aufgezeigt an dem Urvorgang, an dem Schädigungsvorgang und an dem Schutzvorgang, also an drei Sondervorgängen. Es werden alsdann fünf Beispiele verschiedenartiger Schutzvorgänge gegeben, aus denen danach gemeingültige Lehren gezogen werden. Eine abstrakte Analyse des schädigenden und des schützenden Vorganges und eine konkrete Analyse der in den Beispielen gegebenen Kausalvorgänge beschließt den ersten Teil.

Ebenso wie der Schutz als solcher wird nunmehr der „Erfindungschutz" in seine drei Einzelvorgänge aufgelöst, in den Urvorgang, den schädigenden Vorgang und den schützenden Vorgang. Bei dem Urvorgang wird das Wesen der Erfindung, die Offenbarung der Erfindung — z. B. sind Mittel zur Darstellung das Wort, der Begriff — und der Urheber einer Erfindung behandelt. Bei dem schädigenden Vorgang wird zunächst unterschieden: die Erfindung in der Urform und in der Nachahmungsform, dann wird die Nachahmung der Erfindung selbst dargestellt. In dem Kapitel: „Der schützende Vorgang" werden die einzelnen Möglichkeiten des Schutzes dargelegt.

Das vorliegende Werk beweist, daß für das Patentrecht wie für das gesamte Recht überhaupt, aber auch für die Technik eine tiefgründige philosophische Einstellung auch der Praxis förderlich ist.
Bernhard Blau.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 177; 1928, S. 1224.

Eingegangene Doktordissertationen.

Otto Busse, Untersuchungen über die Tiefenstreuung der Stromlinien in galvanischen Bädern. T. H. Braunschweig 1932. (Sonderabdr. aus Z. Elektrochem. 1932, Nr. 10, Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin.)

Digitized by Google

Robert Engel, Beiträge zur Ermittlung der Zuschlagzeit bei freier und gebundener Handarbeit in der Massenfabrikation. T. H. Berlin 1932. (Erscheint auch in erweiterter Form i. d. Reihe „Berichte über betriebswissenschaftliche Arbeiten" im VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)
Elisabeth Engelhardt, Zur Kenntnis des lichtelektrischen Effektes an der Oberfläche wässriger Lösungen. T. H. Berlin 1931.
Fritz Heumann, Verhalten keramischer Werkstoffe bei Zugdruck-Dauerbeanspruchung. T. H. Darmstadt 1932. (Erscheint unter dem gleichen Titel als selbständige Veröffentl. im VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften*.

Werte in 1000 RM

(Die fettgedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931/32
die *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930/31)

Name der Gesellschaft	I. Siemens & Halske AG., Berlin	II. Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin	III. Reiniger, Gebbert & Schall AG., Erlangen[13]	IV. Siemens Planiawerke AG. für Kohlefabrikate, Berlin
Geschäftsjahr	Okt.-Sept.	Okt.-Sept.	März-Febr.	April-März
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**45 451** / *43 284*	**65 493** / *67 965*	**1 388** / —	**13 022** / *13 445*
II. Beteiligungen	**156 123** / *155 466*	**29 510** / *34 706*	**5 447** / —	**1 243** / *1 191*
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**22 064** / *30 351*	**35 946** / *44 228*	**867** / —	**4 594** / *4 408*
2. Effekten	**56 417** / *75 033*	**20 427** / *22 419*	— / —	— / —
3. Forderungen				
a) an abhäng. und Konzerngesell.	**73 000** / —[1]	**55 379** / *68 014*	— / —	**151** / —
b) an sonstige Schuldner	**78 820** / *156 605*[1]	**67 808** / *60 618*	**1 391** / —	**2 943** / *2 932*
4. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguth.	**51 385** / *43 794*	**34 130** / *25 306*	**559** / —	**3 460** / *1 329*[16]
Summe III	**261 686** / *305 783*	**213 690** / *220 585*	**2 817** / —	**10 246** / *8 669*
1931/1932 gegen Vorjahr in %	*—8%*	*—3%*	—	*+18%*
B. Passiva				
I. Grundkapital	**107 090** / *107 090*	**120 000** / *120 000*	**0 500** / —	**18 000** / *18 000*
II. Reservefonds	**123 340**[3] / *127 840*[3]	**16 800**[7] / *29 000*[7]	**580**[14] / —	**330** / *235*
III. Unterstützungsfonds	**5 682** / *5 682*	**10 126** / *10 126*	— / —	**70** / *50*
IV. Rückstellungen	**39 999**[4] / *5 682*	**30 979**[8] / *10 126*	— / —	**1 986** / —
V. Wertberichtigungen	**9 060** / —	**2 054**[9] / —	— / —	— / —
VI. Verbindlichkeiten				
1. aus Hypotheken, Schuldverschreibg. langf. Darlehen	**132 878** / *136 014*	**64 696** / *67 849*	— / —	— / —
2. gegenüber abhäng. u. Konzerngesell.	**15 112** / —[1]	**13 352** / *13 277*	— / —	**3 241** / —[1]
3. sonstige	**41 011** / *112 422*[1,4]	**48 945** / *79 690*[8]	**2 196** / —	**963** / *3 640*[1]
Summe VI	**226 592**[5] / *248 436*	**157 972**[10] / *160 816*	**2 196** / —	**4 204** / *3 640*
1931/1932 gegen Vorjahr in %	*—9,2%*	*—2%*	—	*+16%*
Bilanzschlußzahl	**487 773** / *504 533*	**310 265** / *323 256*	**9 651** / —	**24 763** / *23 595*
C. Aus Gewinn- und Verlustrechnung				
I. Steuern	**7 670** / —	**7 855** / —	— / —	**1 653** / —
II. Soziale Abgaben	**4 197**[6] / *4 931*[6]	**5 381**[11] / *7 781*	**212** / —	**463** / —
III. Abschreibungen	**3 687** / —	**9 497** / —	**57**[15] / —	**1 260** / *1 046*
IV. Jahresreingewinn[2])	**6 974** / *8 615*	— / —	— / —	**37** / *1 563*
V. Dividende	**7%** / *9%*	— / —	— / —	— / *8%*
VI. Jahresreinverlust[2])	— / —	—[12] / —	**154** / —	— / —

Anmerkungen:

1 Für 1930/31 keine getrennte Angabe.
2 Ohne Vorjahrsvortrag.

* Vgl. ETZ 1933, S. 271.

Aus den Geschäftsberichten für 1931/32:

Zu I. Siemens & Halske AG.

Anmerkungen:

3 Außerdem Dispositionsfonds in Höhe von 4 412 145 RM.
4 1931/32 erstmalig gesondert ausgewiesen. Im Vorjahr unter Gläubiger verbucht (abzgl. einer besonderen Rückstellung von 2 408 000 RM für Anleiheverzinsung).
5 Wegen Vergleichbarkeit mit Vorjahr einschl. der für 1931/32 gesondert ausgewiesenen Rückstellungen (s. Anmerkung 4).
6 Ferner freiwillige Leistungen in Höhe von 4 714 145 (*4 195 158*) RM.

In der Schwachstromindustrie tritt der Absatzrückgang viel später ein als in der Starkstromindustrie; die abfallende Kurve verläuft dann aber viel steiler, ohne aber im ganzen so tief zu sinken, wie im Starkstromgebiet (s. Umsatzaufstellung). Das schwierigste Problem bei der Arbeitsbeschaffung war das Versiegen der Kaufkraft des größten Einzelkunden, der Reichspost. Ihre Bestellungen auf Apparate im Jahre 1931/32 erreichten knapp 15% der Ablieferungen im Durchschnitt der vorausgegangenen 6 Geschäftsjahre; für den wichtigsten Teil der Lieferungen, die Einrichtungen für Selbstanschlußämter, betrug die entsprechende Zahl nicht ganz 13%. Bei den Lieferungen für die Post handelt es sich um die Durchführung längst geplanter Arbeiten von anerkannter Wirtschaftlichkeit. Um weitere Betriebseinschränkungen zu vermeiden, hat die Firma ebenso wie andere Postlieferanten Reichspostaufträge mit längeren Zahlungszielen übernommen. Dieser Weg kann aber nur eine Lücke in der Finanzierung des öffentlichen Bedarfs überbrücken. Die Frage seiner weiteren Finanzierung bleibt offen und dringend, wenn nicht ein wichtiger Zweig der deutschen Industrie dauernd geschädigt werden und seine für die deutsche Export- und Devisenwirtschaft wichtige Konkurrenzfähigkeit im Ausland geschwächt werden soll. Das Auslandsgeschäft ist absolut ebenfalls zurückgegangen, sein Anteil am Gesamtabsatz dagegen weiter gestiegen. Von den nur im schärfsten Konkurrenzkampf zu erlangenden Auslandsaufträgen sind bemerkenswert Bestellungen der holländischen Verwaltung auf Fernleitungskabel, der Schweiz auf eine Pupinkabelanlage, der schwedischen, österreichischen und japanischen Verwaltungen auf Lieferung von Pupinspulen, ferner Aufträge der griechischen Telephongesellschaft auf Stadtnetze und der Auftrag für den Bau der Selbstanschlußfernsprechanlage Montevideo mit 22 000 Anschlüssen sowie der gesteigerte Auslandsabsatz von Fernschreibmaschinen. Von der Abteilung Elektrochemie wurden für Rußland Elektroöfen, darunter 2 30 t-Elektrostahlöfen geliefert. Auf dem Gebiet der wassergekühlten Großleistungsröhren für drahtlose Sendestationen wurde eine 300 kW-Röhre nach neuen Grundsätzen hergestellt, die sich bisher im probeweisen Betrieb gut bewährt hat. Von den Beteiligungen ist das Geschäftsergebnis bei Osram erheblich hinter dem des Vorjahres zurückgeblieben, bei Telefunken noch befriedigend. Die neuen Rundfunkempfänger haben sich im In- und Ausland gut eingeführt, das Sendergeschäft ist wesentlich zurückgegangen. Die Mittel der Gesellschaft erfahren eine bedeutende Stärkung durch eine amerikanische Entschädigungsteilzahlung für ihr in den Vereinigten Staaten während des Krieges beschlagnahmtes Eigentum.

Hauptsächliche Beteiligungen.

A. Inland.

Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin,
Siemens-Bau-Union G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin,
Siemens-Planiawerke AG. für Kohlefabrikate, Berlin,
Osram G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin,
Vereinigte Eisenbahnsignalwerke G. m. b. H., Berlin,
Siemens-Reinigerwerke AG., Berlin a)
Telephon-Apparate Fabrik E. Zwietusch & Co., G. m. b. H., Berlin,
Telefunken Gesellschaft f. drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin,
Deutsche Betriebsgesellschaft f. drahtlose Telegraphie m. b. H. (Debeg), Berlin,
Klangfilm G. m. b. H., Berlin,
Norddeutsche Seekabelwerke AG., Nordenham,
Vereinigte Bayerische Telephonwerke AG., München.

Holdinggesellschaften.

Elektrische Licht- u. Kraftanlagen AG., Berlin,
Braunschweiger AG. für Industriebeteiligungen, Braunschweig,
Inag Industrieunternehmungen AG., Berlin.

B. Ausland.

Siemens Brothers & Co., Ltd., London,
Elektrotechna AG. für Schwachstromtechnik, Prag-Karlin, (diese maßgebl. beteil. an: Radiotechna, Fabrik für drahtloses Telegraphie- und Telephoniegerät G. m. b. H., Prelouc),

Digitized by Google

Umsatz und Beschäftigte bei S & H und SSW.

Geschäftsjahr (per 30. 9.)	Siemens & Halske AG. Umsatz[1] Mill RM	gegen Vorjahr %	Ausfuhranteil %	Siemens-Schuckertwerke AG. Umsatz[1] Mill RM	gegen Vorjahr %	Ausfuhranteil %	Beschäftigte Personen[2] (Ende Sept.)
1928/29	300	—	29%	550	—	39%	100 300 (137 000)
1929/30	300 (322)	—	32,6%	497 (536)	— 9,5%	47%	81 000 (113 000)
1930/31	285 (300)	—5%	42%	346 (375)	—30,5%	51,7%	60 000 (99 000)
1931/32	186 (195)	—34,7%	45%	224 (240)	—35,3%	54%	53 000 (75 000)
Ums. 1931/32 in % d. Höchststandes von 1928/29	62%			40,7%			

[1] Zahlen in Klammern: einschl. Umsätze innerhalb der Firmen SSW u. S & H.
[2] Bei SSW, S & H und den von beiden zu 100% kontrollierten inländischen Tochtergesellschaften, Zahlen in Klammern: einschl. der zu 100 % kontrollierten ausländischen Tochtergesellschaften.

Comp. Générale de Télégraphie et de Téléphonie, Paris,
Officine Lombarde Apparecchi di Precisione O. L. A. P., Mailand,
Opticolor AG., Glarus.

Konzessionsunternehmungen b)

Griechische Telephon AG.,
Comp. Internacional de Teléfonos S. A., Buenos Aires,
Comp. Telegráfico Telefónica del Plata, Buenos Aires.

a) im laufenden Geschäftsjahr entstanden durch Zusammenfassung der Reiniger, Gebbert & Schall AG. (Herstellung medizinischer Röntgenapparate in Erlangen; das Erlanger Werk übernimmt auch die gleiche Fabrikation des Wernerwerkes von S & H), der Phönix Röntgenröhrenfabriken AG. (Herstellung von Röntgenröhren in Rudolstadt) und der Vertriebsorganisation Siemens-Reiniger Veifa Ges. f. medizinische Technik m. b. H., Berlin,
b) für Bau und Betrieb von Fernsprechanlagen.

Zu II. Siemens-Schuckertwerke AG.

Anmerkungen:

7 Außerdem Dispositionsfonds in Höhe von 3 313 528 RM.
8 1931/32 zum ersten Male gesondert ausgewiesen. Im Vorjahr unter Gläubiger verbucht.
9 Währungskursunterschiede.
10 Wegen Vergleichbarkeit mit Vorjahr einschl. Rückstellungen (s. Anm. 8).
11 Außerdem freiwillige soziale Leistungen in Höhe von 12 037 359 (*9 521 295*) RM.
12 Verlust aus stillen Reserven gedeckt. Zur Deckung der Abschreibungen auf Bergmann-Aktien, Maffei-Schwartzkopff-Anteile und des Restverlustes aus dem Shannongeschäft wurden 12 200 000 RM der Sonderrücklage entnommen.

Im Geschäftsjahr 1931/32 hat die Zurückhaltung der ganzen Wirtschaft in der Beschaffung von Produktionsmitteln, die die Starkstromelektrotechnik in erster Linie liefert, fortbestanden. Selbst an sich notwendige Ersatzbeschaffungen wurden nur in den dringendsten Fällen bestellt. Auch das Auslandsgeschäft zeigte infolge der bekannten Erschwerungen des Exports weiteren Rückgang bei steigendem Anteil am Gesamtabsatz. Eine wichtige Rolle spielte als Abnehmer nach wie vor Rußland. Hierfür wurden bemerkenswerte Aufträge auf Hochofenbegichtungsanlagen und Walzenstraßenausrüstungen von der Abteilung Industrie ausgeführt; auf dem Gebiete der chemischen Industrie erfolgte für Rußland die Lieferung von 9 großen Ofentransformatoren mit Stromstärken von je 270 000 A. Von anderen Auslandsgeschäften seien der Auftrag für die Erweiterung des Kraftwerks Ardnacrusha in Irland um ein 25 000 kVA-Aggregat einschließlich Transformator für 100 kV, ferner für die staatliche Elektrizitätsversorgung Finnlands 2 100 kV-Schaltanlagen genannt. Vom überseeischen Ausland konnte ein Auftrag für die vollständige Elektrisierung einer größeren Dampfbahnanlage hereingenommen werden. Im Inlandsabsatz war das Geschäft mit den öffentlichen Elektrizitätswerken sehr unbefriedigend. Die Bestellungen betrafen neben einigen Wasserkraftgeneratoren und Dampfturbosätzen kleinerer und mittlerer Leistung hauptsächlich Transformatoren. Zu einer Belebung des Geschäftes in Schaltanlagen führten die als Ersatz der Ölschalter sich gut bewährenden Expansionsschalter, die die Firma bis zu den höchsten Betriebspannungen von 220 kV einheitlich entwickelt hat. Bis zum Schluß des Geschäftsjahres wurden etwas mehr als 1400 Expansionsschalter bestellt. Weiter rückläufig waren das Installations- und Zählergeschäft, der Absatz an die Landwirtschaft, ferner auf den meisten Arbeitsgebieten der Umsatz der Abteilung Industrie. Erfolge konnten hier mit elektrischen Sonderantrieben in der Textil-, Papier- und Lebensmittelindustrie erzielt werden. Besonderes Interesse besteht für die Entwicklung des Elektrowärme- und Elektroschweißgebietes. Das Geschäft in Protos-Hausgeräten ist etwas weniger rückläufig gewesen; die Einführung elektrischer Herde und Heißwasserspeicher ist weiter fortgeschritten. Die Absorptions-Kühlschränke der Firma haben sich bei der Kundschaft bewährt. Auf fast all den zahlreichen Arbeitsgebieten der Firma wurden die Fortschrittsarbeiten, denen bei beiden Unternehmungen immer eine besondere Pflege zuteil wird, durchgeführt. Sie werden vor allem mit Nachdruck auf dem Gebiet der Gittersteuerung der Gleichrichter, besonders der Quecksilbergleichrichter betrieben. Eine ganze Reihe von gittergesteuerten Gleichrichtern sind in Ausführung genommen und zum Teil bereits in Betrieb gesetzt.

Hauptsächliche Beteiligungen.

A. Inland.

Bergmann Elektricitätswerke AG., Berlin,
Siemens Elektrowärme G. m. b. H., Sörnewitz,
Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung m. b. H., Berlin,
Isaria Zählerwerke AG., München (nur noch Grundstücksverwaltung),
Kade & Co., Preßspanfabrik G. m. b. H., Sänitz,
Siemens-Bauunion G. m. b. H., Komm.-Ges., Berlin,
Maffei-Schwartzkopff-Werke G. m. b. H., Berlin (Betrieb stillgelegt),

B. Ausland.

Österreichische Siemens-Schuckertwerke, Wien,
Fusi Denki Seizo K. K., Tokyo,
Sociedad Electro Metalurgica Argentina S. A., Buenos Aires (Kabelfabrik).

Zu III. Reiniger, Gebbert & Schall AG.*.

Anmerkungen:

13 Zahlen für 1930/31 werden nicht gegeben, da das Geschäftsjahr nur 7 Monate umfaßte.
14 Ferner Dispositionsfonds 270 000 RM.
15 Auf Gebäude.

Die verminderte Kaufkraft der privaten Abnehmer und die Kürzung der Ausgaben für medizinische Zwecke bei den Krankenkassen, kommunalen und staatlichen Behörden im In- und Auslande führten im Geschäftsjahr 1931/32 zu einem Rückgang des Bestellungseinganges und Umsatzes* (s. Anm. a) bei Beteiligungen von S & H).

Zu IV. Siemens Planiawerke AG.

Anmerkung:

16 Einschl. Forderungen an die Stammfirmen

Bei dem verhältnismäßig hohen Anteil ihres Auslandsabsatzes wurde die Gesellschaft im Geschäftsjahre 1931/32 durch die bekannten Exporterschwerungen besonders betroffen. *wt.*

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 12: Wer ist der Hersteller des Vero-Staubsaugers?

Abschluß des Heftes: 23. Juni 1933.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 12 250 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Großautomaten für Wechselstrom.

Mitteilung der AEG.

Die Fortleitung starker Wechselströme verlangt wegen des hohen induktiven Spannungsabfalls, der Neigung zu Wirbelstromverlusten in den Tragkonstruktionen und wegen der Stromverdrängung besondere Vorsicht bei der Entwicklung von Schaltgeräten. Man wird immer bestrebt sein, mit derselben Bauweise auszukommen, wie sie bei Gleichstrom üblich ist, und eher eine Herabsetzung des Nennstromes in Kauf nehmen, als eine zeitraubende, teure Sonderbauart auszuführen. Die Vorausberechnung der Streufelder und Zusatzverluste ist schon bei einfachen Leitergebilden und Feldformen recht umständlich, bei unregelmäßigen Formen sogar fast unmöglich. Der Konstrukteur muß sich dann rechtzeitig überlegen, welche Wege er gehen muß, falls sich höhere Verluste ergeben, als der vereinfachten Rechnung und Schätzung zugrunde gelegt worden sind.

Der in Abb. 1 gezeigte dreiphasige AEG-Ueberstrom-Selbstschalter für 6000 A, 230 V ist in üblicher Weise aus 1500 und 3000 A-Gleichstrom-Elementen zusammengesetzt; zwei Elemente für 3000 A und ein Element für 1500 A bilden in diesem Fall zusammen einen Pol für 6000 A Wechselstrom. Die Anschlüsse liegen von der Antriebseite aus gesehen rechts in zwei Reihen übereinander. Die mit Hartpapier umpreßten Tragleisten für die Kontakte aus Bronze sind in einem Gerüst aus Profileisen an vier Stellen befestigt. Die in dem Eisengerüst durch die unvermeidlichen Streufelder entstehenden Wirbelstromerwärmungen waren nach bisher vorliegenden Messungen an ähnlichen Schaltern nicht erheblich; sie wurden im vorliegenden Fall dadurch umgangen, daß die zu beiden Seiten der mittleren Eisenstützen des Gestells liegenden Schalterelemente demselben Pol zugeteilt wurden. Die Streufelder im Eisengestell heben sich dadurch gegenseitig auf. (Würden die U-Eisen-Stützen zwischen den Polen liegen, so würde sich die Summe der Streufelder aus den beiden um 120° gegeneinander verschobenen Hauptströmen von je 6000 A in ihnen ausbilden.) Daher bilden das hinterste (neunte) Schalterelement und das erste und zweite (vordere) einen Pol, entsprechend gehören die dritte und vierte Kontaktbürste für 3000 A und die fünfte Bürste für 1500 A zu einem Pol. Die Zuleitungen erfordern eine entsprechende Kreuzung und bei ihrer Parallelschaltung einige Sorgfalt, um die gleichmäßige Stromverteilung zu erzwingen. Die genauere Abgleichung der Ströme erfolgt an Ort und Stelle durch lamellierte Eisenkerne mit verstellbarem Luftspalt, die über diejenigen Leitungen geschoben werden, deren Stromanteil zu groß ist.

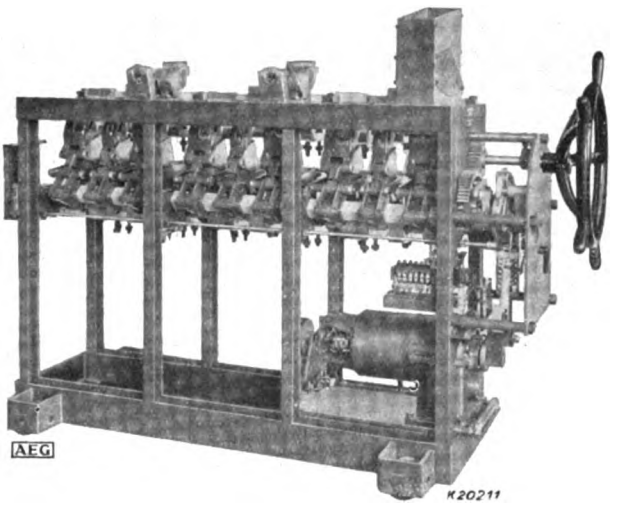


Abb. 1. Dreipoliger Ueberstromfernschalter für 6000 A mit motorischem Antrieb.

Der Schalter sitzt auf verstellbaren Rollen, so daß er in der Längs- oder Querrichtung ausgefahren werden kann.

Bürstenschalter für große Stromstärken erfordern zur Ueberwindung der großen Kontaktdrucke bei großen Schiebewegen der einzelnen Bürstenlamellen, ferner zum Spannen der schweren Abreißkontakte und Rückzugfedern bei Handbetätigung große mechanische Schaltwege, also eine große Uebersetzung zwischen Handradwelle und Schalterwelle.

Die Ferneinschaltung erfolgt durch motorischen Antrieb (Abb. 2). Ein Gleichstrom- oder Drehstrommotor von relativ hohem Anlauf-Drehmoment arbeitet über ein Vorgelege und dreht bei jedem Einschaltvorgang die Antriebskurbel des Antriebs einmal um 360°. Die Antriebskurbel ist mit der Schalterkurbel durch ein elastisches Gestänge verbunden. In der Startstellung stehen Antriebskurbel und Gestänge in Strecklage zueinander. Wird der Betätigungsschalter geschlossen, so bewegt sich die Antriebskurbel mit dem elastischen Gestänge aus der Strecklage heraus. Nach einem bestimmten Leergang des Gestänges an seinem an der Schalterkurbel angelenkten Ende wird die Schalterwelle, die über einen Kupplungs-Verschnitt mit der Schalterkurbel gekuppelt ist, mitgenommen und der Schalter nach etwa 160° Drehung der Antriebskurbel eingeschaltet. Die Schalterkurbel kommt jetzt zum Stillstand, während die Antriebskurbel unter Dehnung des elastischen Gestänges über die Totpunktlage bei 180° Drehung hinweg wieder bis in die Startstellung bewegt wird. Nach Ueberschreiten der Totpunktlage wird über das Gestänge auch die Schalterkurbel wieder in ihre Ausgangsstellung zurückgeschoben, wobei die Schalterwelle in EIN-Stellung zurückbleibt. Die Zeit zwischen Kommandogabe und Erreichen der EIN-Stellung des Schalters ist nur etwa 0,3 Sekunden. Der elektrische Effekt des Antriebes ist bei größerer Betriebssicherheit geringer als der der Schaltmagnete.

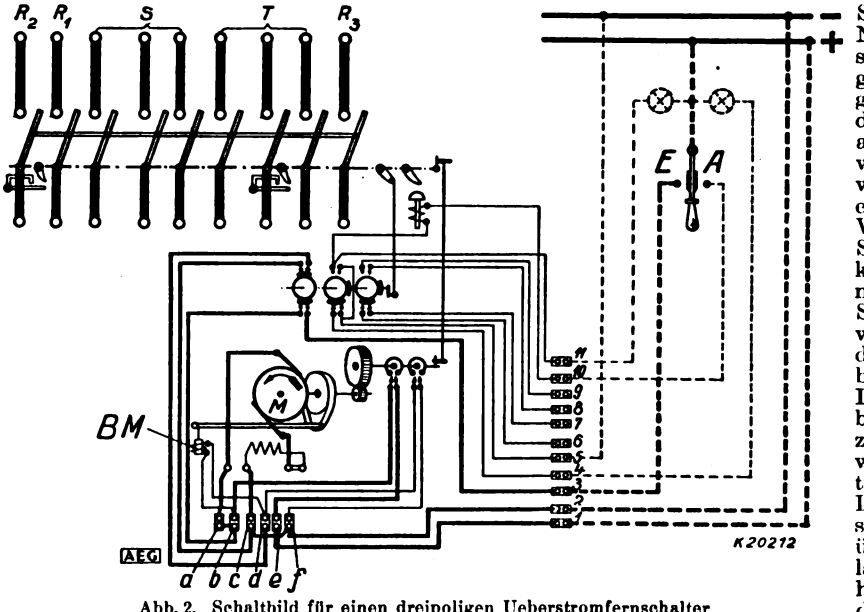


Abb. 2. Schaltbild für einen dreipoligen Ueberstromfernschalter mit motorischem Antrieb.

Digitized by Google

Zähler-mechaniker

20 Jahre, gelernter Uhrmacher, vertraut mit Reparatur und Eichung von Gleich-, Wechsel- und Drehstromzählern sowie sämtl. Schaltuhren u. Tarifapparate, sucht passenden Wirkungskreis. Gefl. Zuschrift unter **E. 3458** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Zähler- und Schaltuhrenfachmann

Elektrotechnik., Glash. Feinmechaniker u. Uhrmacher, 31 J., seit 10 J. in gr. städt. El.-Werk tätig, vertraut in Reparatur, Eichung und Anlagenwartung, sucht entwicklungsf. Stellg. Ang. erb. u. **E. 3461** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9.

Elektro-Ing.

sucht Stellung bei E.-W. oder Industrie. 26 J. alt, led., Werkstatt- u. Montagepraxis. Ing.-Schule mit Auszeichnung abs. 4 Jahre bei Weltfirma Schaltanlagenkonstr. Angeb. u. **E. 3453** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektroingenieur

Absolv. d. höh. Maschinenbauschule Leipzig, gel. Feinmech., 5 Jahre bei Großfirma im Installationsfach tätig gewesen, sucht Stellung im Büro oder Betrieb. Gefl. Angebote unter **E. 3455** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektro-Ing.

36 J., verh., nation. ges., Kriegsteiln., Einj., Abs. e. Ing.-Schule, 2 jähr. prakt. Tätigk. i. Starkstr. (Inst.- u. El.-Masch.-Bau), mehr. J. b. Großf. i. Schwachstr. (Kabel u. Fernmeldetechn.), Erf. i. Offertwesen, Kalkul., Propag., franz. u. engl. Sprachk., beste Zeugn. u. Ref., sucht baldigst Stellg., gl. welcher Art. Süddeutschl. bevorz. Ang. erb. u. **E. 3460** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Konstruktions-Chef

mit dem Bau von Schützen, selbsttät. Steuergeräten u. Motorschutzschaltern vollständig vertraut von Fabrik für Anlaßapparate zum baldigen Eintritt gesucht. Ausführliche Angebote unt. **E. 3459** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Bekannte süddeutsche Firma der

Glühlampenbranche

sucht in ausbaufähige Lebensstellung jüngeren, ledigen

Verkaufs-Korrespondenten

mit gewandt. Stil, der auch größ. Vertreterstab überwachen u. leiten kann. Sicheres, seriöses Auftreten, besond. bei vorkommenden Geschäftsreisen im Verkehr m. Kunden, Behörd., Vertretern. Akademiker (Dr.) erwünscht, nicht Beding. Nur Herren, deren Intelligenz, Fleiß u. Leistungen weit über dem Durchschnitt liegen, wollen **ausführl.** Off. einreichen (Diskretion selbstverständlich) unt. **E. 3454** an die Exp. dies. Zeitschr.

Jüngerer selbständiger Konstrukteur

für Hochspannungs-Schaltgeräte, insbesondere Antriebe, gesucht. Ausführliche Bewerbungen mit Zeugnissen und Gehaltsansprüchen unter **E. 3462** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9, erbeten.

Bekannte Fabrik von

Spezial- und Schutz-Transformatoren

sucht **rührige Vertreter** für die Bezirke: **Berlin, Schlesien, Hannover**

Angeb. unter **E. 3450** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Westsachsen, Thüringen

angrenz., preuß. Gebietsteile. Obering., Leiter Verk.-Büro Leipzig führenden Kabelwerkes, Ia Referenz., sucht weitere Vertretungen elektrotechn. Spezialfabrik. Transformat., Hochsp.-Apparate, kompl. Schaltanlag., Zähler, Install.-Material. Ia jahrel. Bezieh. zu Behörd. Großhdl., Indust., Elektr.- u. Überlandw. Offerten unter **E. 3449** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W9, erbeten.

Elektroingenieur in Madrid ansässig, mit Kundenkreis in ganz

SPANIEN

sucht Vertretung leistungsfähig. Fabriken für [3451]

Schaltmaterial, Apparate, Maschinen

Ausf. Ang. unter: **Madrid, Apartado 100 87.**

Einankerumformer 300 kVA.

für 2×220 Volt Gleichstrom, zufolge Umstellung auf Drehstrom mit allem Zubehör

zu verkaufen. [3433]

Elektrizitätswerk Reutlingen G. m. b. H.

Je einen tüchtigen und erfahrenen

Techniker oder **Meister**

für Feindrahtspinnerei (Seide und Baumwolle) und Gummiaderfabrikation, von großem Kabelwerk in Berlin gesucht. Alter nicht über 35 J. erwünscht. Ausführliche Angebote unter **E. 3456** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Einank. Umf., 220 V Gleichstr., 157 V Wechselstr., ca. 5,5 kVA, Diathermieapp. 110 V, zu verkaufen. Ang. an **Dr. Schereschewsky, Hamburg,** Hansastr. 65. [3452]

An die Inserenten!

Es gelangen immer wieder Beschwerden an uns, daß die in Ziffer-Anzeigen verlangten Zeugnisse, Lichtbilder und Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. den Einsendern entweder gar nicht oder erst nach wiederholter Reklamation und oft ohne Angabe der Chiffre der betr. Anzeige wieder zugehen. Da es ohne Frage Pflicht der Inserenten ist, die den Angeboten auf Verlangen beigefügten Anlagen zurückzugeben, so richten wir hiermit an die Inserenten der Zeitschrift das dringende Ersuchen, solche Anlagen stets tunlichst bald kostenfrei und ohne nochmalige Aufforderung seitens der Einsender unmittelbar an letztere unter Angabe der betr. Anzeigen-Chiffre zurückzusenden.

Verlag und Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift“
BERLIN W 9, Linkstraße 23/25

Gründung sicherer Existenz

durch Kauf einer seit 25 J. besteh. Fabr. elektr. App. Mitteldeutschlands m. gr. Kundenstamm im In- und Ausland. Erstklassige Fabrikate, Mod. Verkaufsorganis. und geschultes techn. Personal vorhanden. Anz. RM 10 000.—, Zahlg. Kaufgeldrest bequem nach Vereinb. Fordern Sie Angebot mit Abnehmerref. aus Deutschland und allen europ. Ländern unter **E. 3446** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Fabrik für Isolationsmaterial und isolierte Drähte

bestrenommiert, mittleren Umf., alt eingeführt, mit wertvollen Fabrikationsrechten, erstklass. Kundschaft, modern eingerichtet, umständeh. preiswert verkäuflich. — Angeb. unt. **E. 3457** an die Anz. Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Eine Fülle von Angeboten

sollen Stellenanzeigen bringen, denn nur, wenn reichlich Material eingeht, ist die notwendige Auswahl möglich. Darum gehören Ausschreibungen und Gesuche aus der Elektrofachindustrie nur in die ETZ; hier ist ihnen der größtmögliche Erfolg gesichert

Digitized by Google

GELEGENHEIT!
Von einem gesperrten Auslandsauftrag
Tragbare Wattmeter
mit 4 Spannungsbereichen
und 6 Strombereichen für
Gleich- und Wechselstrom
preiswert abzugeben.
SCHOELLER & CO.,
Elektrotechnische Fabrik G. m. b. H.,
Frankfurt a. M.-Süd

Scheinwerfer
und sämtliche
Bühnenbeleuchtungsapparate
Emil Niethammer Stuttgart-W
Elektrotechnische Fabrik Rosenbergstr. 16/18

QUALITÄT ISRING HAUSEN ist Ersparnis D.R.W.Z.
Spezial-Federn
aus
Beryllium - Bronze-
Legierungen.
Stahlfedern für
alle Verwendungszwecke.
Gebr. Isringhausen
G. m. b. H. Bielefeld.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Dampfspeicheranlagen. Elemente, Prinzip, Aufbau und Berechnung der Gefälle- und Gleichdruckspeicher sowie Anwendung und Wirtschaftlichkeit. Von Dipl.-Ing. W. Goldstern. Mit 115 Textabb., IV u. 150 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 18 RM.

Was ist Technokratie? Von Dr. E. Kraemer. Mit 101 S. in 8°. Verlag Kurt Wolff / Der Neue Geist Verlag, Berlin 1933. Preis kart. 2.40 RM.

Öffentliche Heizkraftwerke und Elektrizitätswirtschaft in Städten. Von Dr.-Ing. E. Schulz. Mit 171 Textabb., VII u. 209 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geb. 28,50 RM.

Die Elektrotechnik und die elektromotorischen Antriebe. Ein elementares Lehrbuch für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Lehmann. 2., stark umgearb. Aufl. Mit 701 Textabb. u. 112 Beispielen. VII u. 302 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1933. Preis geh. 12,60 RM, geb. 13,80 RM.

Der gesetzliche Schutz der freien technisch-wissenschaftlichen Berufe. Von Dr. K. Klein. Mit 140 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1933. Preis geh. 3,60 RM.

Entscheidungskartei auf dem Gebiete des gewerblichen Rechtsschutzes in Deutschland. Herausg. v. Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Leinweber. 1. Quartal, bestehend aus 11 Gruppen. Zu bez. dch. den Herausg.: Berlin SW 11, Stresemannstr. 12. Preis 1. Quartal 10 RM, Jahresabonnement 40 RM.

Listen und Drucksachen.

(Bezug durch die Firmen.)

F. Klöckner Komm.-Ges., Köln-Bayenthal. Liste 2—12: Walzenschalter mit Isoliergehäusen; 2—25: Licht- u. Kraft-Verteilungskästen; F 11—2: Rotula-Walzenschalter; F 14—1: „PKZ", handbetätigter Überlastungs-Schutzschalter 15 A; 14—06: Motorschutz-Auslöser; 30—07: 1polige Membran-Druckregler; 31—09: Ölselbstschalter, Motorschutzschalter, Wende-Öl-Selbstschalter; 31—12: Selbstanlasser; 31—15: Selbsttät. Stern-Dreieck-Schalter, unt. Öl arbeitend; 32—09: Gleichstrom-Öl-Selbstschalter. — Sonderdr.: H. Franken, Anordnung der Hilfstrom-Steuergeräte bei Werkzeugmaschinen; O. Deissler, Eine Abraum-Förderbrücke u. Baggeranlage mit modernen unter Öl arbeitenden Schaltgeräten; F. Eickenfonder, „PKZ", der handbetätigte Klöckner-Überlastungsschutzschalter (Motorwächter) 15 A; F. Eickenfonder, Die Steuerung eines Wieger-Elektro-Handschrappers durch Klöckner-Wendeschützen.

Koch & Sterzel A.G., Dresden-A. Liste T III, Ausg. 1933: Strom-Wandler; T IV, Ausg. 1932: Spannungs-Wandler.

Lumophon Radio-Vertriebs-G. m. b. H., Nürnberg-O. Druckschr. Nr. 276: Lumophon für den Drahtfunk, 279: für Batterieempfang, 280: für Kurzwellenempfang.

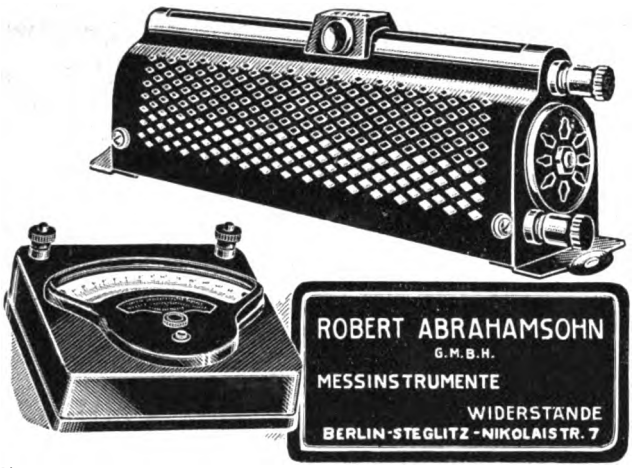
Dr. F. Raschig, G. m. b. H., Ludwigshafen a. Rh. Druckschriften Resinol-Schnellpreßmassen; Resinol, technische Harze; Dekorit, Leukorit, Vigorit.

Scheiber & Kwaysser G. m. b. H., Wien. 1893—1933: 40 Jahre Starkstromapparate.

Zu ihrem 40jährigen Jubiläum hat die Firma, die sich mit der Herstellung von Schalt- und Anlaßgeräten, von Sicherungs- und Schaltapparaten und Starkstrom-Sonderapparaten für verschiedene Verwendungszwecke befaßt, ein Prospektblatt herausgegeben, auf dem einige ihrer Erzeugnisse abgebildet sind.

Das »Archiv für Elektrotechnik«
bildet die Ergänzung der ETZ nach der wissenschaftlichen Seite hin.
Daher liest es der wissenschaftlich arbeitende Elektrotechniker.
Es erscheint in einzeln berechneten Heften jährlich etwa 12 mal.
ETZ-Verlags-G. m. b. H. / Berlin-Charlottenburg
Im Buchhandel durch Julius Springer

Digitized by Google



Vertretung für Berlin: Georg Foeller, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 38.

Der wissenschaftlich arbeitende Elektrotechniker liest neben der ETZ das Archiv für Elektrotechnik

ETZ-ANZEIGER

Vorschriftsmäßige **Aushänge- u. Warnungsplakate** des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
J. ED. WUNDERLE
Mainz-Kastel
Man verlange Katalog

Nürnberger Metallätzwerk
Lessinger & Heymann, Nürnberg-S
Firmen- u. Leistungsschilder
für Maschinen Apparate
sowie Skalen und Zifferblätter

Rechenschieber
alle Typen, bes. für Reklame
ELTWERK
für Überlandzentralen — Leitungsberechnung — RM 2,60
Abb. u. Erl. ETZ 1932, 26. 5., S. 512
DR.-ING. SEEHASE
BERLIN SO 36

Der ETZ-Anzeiger bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen Artikeln, die keinen großen Reklameaufwand vertragen

FABRIKZEICHEN

Hausanschlußsicherung
Zählerbefestigungstafeln
Steckvorrichtungen
Schaltgeräte
BUMKE & Co.
G. m. b. H.
Braunschweig, Rebenstr. 5

Fein-Fabrikate
C. & E. FEIN, STUTTGART
Erste Spezialfabrik
für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

HOLLANDISCHE DRAHT- und KABELWERKE A. G.
AMSTERDAM
DRAKA
Gummi-isolierte Leitungen
aller Art.

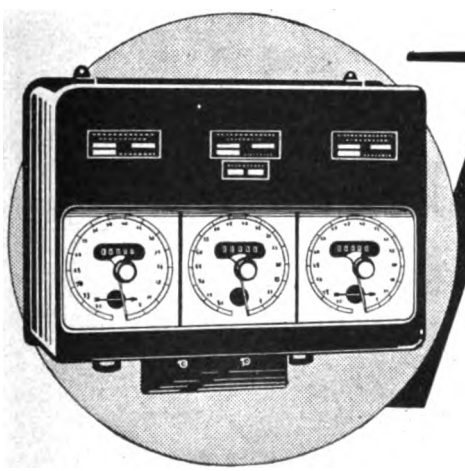
C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H.
Ruhla (Thür.)
Spezialfabrik elektrotechnischer Installationsmaterialien

Die Fabrikzeichen-Rubrik
ist ein vorzügliches Mittel, den Abnehmerkreisen die Firmenmarken immer von neuem vor Augen zu führen

Digitized by Google

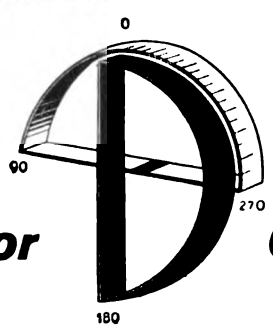
Elektrische
Ausrüstungen
für Krananlagen

Sachsenwerk



Trivector

Der
Scheinverbrauchszähler



für Jeden Leistungsfaktor Cos φ=1-0

Verlangen Sie Prospektblatt TB III 533 d

Firchow-Landis & Gyr Berlin SW61

Digitized by Google

Die Elektrotechnik und die elektromotorischen Antriebe

Ein elementares Lehrbuch für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Dipl.-Ing. **W. Lehmann,** Professor am Staatlichen Berufspädagogischen Institut Berlin. Zweite, stark umgearbeitete Auflage. Mit 701 Textabbildungen und 112 Beispielen. VII, 302 Seiten. 1933.
RM 12.60; gebunden RM 13.80

Inhaltsübersicht: Der Magnetismus. — Die Elektrizität und ihre Anwendungen. — Der Wechselstrom. — Der Drehstrom. — Die Lösung von Wechselstromaufgaben mit der symbolischen Methode. — Elektrotechnische Meßkunde. — Die Gleichstrommaschinen. — Die Wechselstrom- und Drehstromsynchronmaschinen. — Die Transformatoren (Umspanner). — Die Asynchronmotoren. — Die Stromwendermotoren für Wechsel- und Drehstrom. — Die Umformer. — Die Gleichrichter. — Das elektrische Kraftwerk. — Die Übertragung elektrischer Arbeit. — Die Verteilung der elektrischen Energie. — Der elektromotorische Antrieb. — Wichtige elektrische Antriebe. — Sachverzeichnis.

Starkstrommeßtechnik

Ein Handbuch für Laboratorium und Praxis. Unter Mitarbeit von Dr.-Ing. F. Hillebrand-Berlin, Regierungsrat Dr. R. Jäger-Berlin, Dr.-Ing. e. h. M. Schenkel-Berlin, Dr.-Ing. K. Schmiedel-Nürnberg, Oberregierungsrat Dr. W. Steinhaus-Berlin und Regierungsrat Dr. R. Vieweg-Berlin herausgegeben von Dr. **G. Brion,** Professor an der Sächsischen Bergakademie Freiberg, und Dipl.-Ing. **V. Vieweg,** Oberregierungsrat und Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Berlin. Mit 530 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. XII, 458 Seiten. 1933. Gebunden RM 37.50

Die Starkstrommeßtechnik ist heute zu einem besonderen Zweig der Elektrotechnik geworden, der selbständig behandelt werden kann. Während über einen Teil dieser Meßtechnik bereits seit Jahren einzelne Bücher vorliegen, sind andere Teile erst neuerdings in den Prüffeldern der elektrischen Fabriken entwickelt und zu einem gewissen Abschluß gebracht worden. Auch die Behandlung meßtechnischer Fragen in den Kommissionen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat in den letzten Jahren beachtlichen Umfang angenommen. Eine Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der Starkstrommeßtechnik entspricht daher einem praktischen Bedürfnis. Zu beachten war, daß heute Meßmethoden in Prüffeldern Anwendung finden, die noch vor kurzem auf wenige Speziallaboratorien beschränkt waren. Über den üblichen meßtechnischen Rahmen — Behandlung von Meßgeräten, Maschinen, Transformatoren und Apparaten — hinaus erforderten einige jetzt besonders weit entwickelte Zweige, wie die Hochspannungs- und Isolierstofftechnik, Berücksichtigung. Um den Umfang des Buches nicht über einen handlichen Band hinauswachsen zu lassen, wurden die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern

XII. Band, 1. Heft (abgeschlossen am 2. Februar 1933). Herausgegeben von der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Forschungsarbeiten des Siemens-Konzerns. Mit 59 Bildern. V, 89 Seiten. 1933. RM 8.50

Inhaltsübersicht: **Theoretische und experimentelle Untersuchungen über den kernlosen Induktionsofen.** Von K. Reche. I. Ueber die quantitative Berechnung kernloser Induktionsöfen. II. Systematische experimentelle Untersuchung des kernlosen Induktionsofens. — **Beiträge zur Kenntnis des Streuvermögens von galvanischen Bädern.** Von V. Engelhardt und N. Schönfeldt. — **Ueber die Abhängigkeit des „elektrokinetischen Potentials" von der Stromstärke.** Von N. Schönfeldt. — **Die quantitative mikrochemische Bestimmung von Schwermetallen mit Dithizon** (Diphenylthiocarbazon). Von H. Fischer und G. Leopoldi. I. Die Bestimmung des Bleis. II. Die Bestimmung des Kupfers. — **Ueber Kontakte zweier verschiedener Leiter.** Von R. Holm und R. Störmer. — **Messung des zeitlichen Verlaufes der Gastemperatur in der Säule eines Wechselstrom-Luftlichtbogens.** Von A. v. Engel und M. Steenbeck. — Nachtrag zu der Arbeit: Ueber die Temperatur in der Gassäule eines Lichtbogens. Von A. v. Engel und M. Steenbeck.

Einführung in die Elektronik

Die Experimentalphysik des freien Elektrons im Lichte der klassischen Theorie und der Wellenmechanik. Von Dr. **Otto Klemperer,** Privatdozent für Physik an der Universität Kiel. Mit 207 Abbildungen. XII, 303 Seiten. 1933. RM 18.60; gebunden RM 19.80

Inhaltsübersicht: Erster Teil: **Das freie Elektron:** Die Beschleunigung des Elektrons, Elektronenstrahlen. Die Elektronenbahn in elektrischen und magnetischen Feldern; Geschwindigkeitsanalyse. Nachweis freier Elektronen. Ladung und Masse des Elektrons. Das Elektron als Korpuskel und als Welle. Das Elektronengas. — Zweiter Teil: **Elektronenemission:** Abreißarbeiten der Elektronen. Glühelektronen-Emission. Elektronenemission unter der Wirkung elektrostatischer Felder. Lichtelektrische Elektronenemission der Metalle. Photoeffekt am Einzelatom. Comptonelektronen. Sekundärelektronen. Befreiung von Elektronen durch bewegte Ionen oder Atome. β-Strahlenemission. — Dritter Teil: **Wechselwirkungen zwischen freien Elektronen und Atomen:** Ladungsverteilung im Atom. Einzelstreuung und Polarisation der Elektronen. Vielfachstreuung, Streuabsorption und Rückstreuung. Elektronenbeugung und -brechung. Energieverlust eines Elektrons im Elementarakt. Summarische Geschwindigkeitsverluste und Reichweiten. Elektronenabsorption. Wirkungsquerschnitt, freie Weglänge, Elektronendiffusion. — Verzeichnis der Tabellen im Text. — Sachverzeichnis.

Physik

Ein Lehrbuch für Studierende an den Universitäten und Technischen Hochschulen von **Wilhelm H. Westphal,** a. o. Professor der Physik an der Universität Berlin und Leiter der physikalischen Uebungen an der Technischen Hochschule Berlin. Dritte Auflage. Mit 503 Abbildungen. XVI, 596 Seiten. 1933.
Gebunden RM 19.80

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Schriftleitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift**, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33. Fernsprecher: C 4 Wilhelm 1955.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Elektrotechnische Zeitschrift** erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder durch die Versandstelle des Verlages, die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68, bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Monatlich RM 3,50 zuzüglich Porto. Einzelheft RM 1,50 zuzüglich Porto

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 320,—, 1/2-, 1/4- 1/8-seitige Anzeigen anteilig.
Gelegenheitsanzeigen von Strich zu Strich gemessen RM 0,35 für die einspaltige Millimeterzeile oder deren Raum, ohne Abschlag.

Rabatt: bei jährlich

13	26	52maliger Aufnahme
10	20	30 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.
[Für die gewöhnliche Schriftzeile von 5 Silben sind 3 mm, für eine fettere Überschrift 6 mm vorzusehen, für einen Rand 4 mm bei nur 4 Silben pro Zeile.]
Stellengesuche werden bei direkter Aufgabe mit RM 0,15 pro Millimeterzeile berechnet; Aufnahme nach Eingang der Zahlung.
Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.
Beilagen werden nach Vereinbarung beigefügt.
Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluss der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:
a) **für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen** an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer: B 1 Kurfürst 8111.
b) **für Abonnements und sonstige Bücherbezüge** an die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68.
Drahtanschrift: Hirschwaldbuch, Berlin. Fernsprecher: A 1 Jäger 6466.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft. Depositenkasse C, Berlin W 9,
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.
für Bezug von Büchern, Zeitschriften und einzelnen Heften:
Postscheckkonto Berlin Nr. 33 700, Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7. Bankkonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse Berlin W 8, Unter den Linden 11.

An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.
Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.
Die Mitglieder des VDE, EV und aller zum VDE gehörigen Vereine haben ihren Wohnungswechsel außerdem der entsprechenden Geschäftsstelle mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.
Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

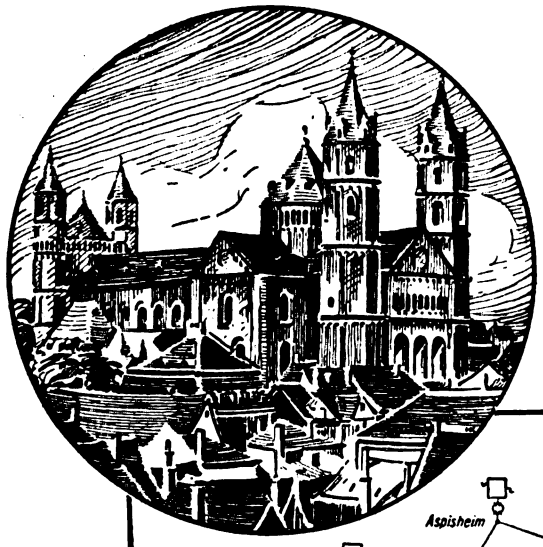
Zur Erweiterung der Meßbereiche

von Wechselstrom-Präzisions-Instrumenten benutzt man bei schnell an verschiedenen Stellen auszuführenden Messungen **tragbare Meßwandler.** Solche Wandler müssen leicht und handlich, vielfach umschaltbar und genau sein. Auf jeden einzelnen dieser Punkte haben wir bei der Konstruktion unserer tragbaren Meßwandler besonderes Augenmerk gerichtet.

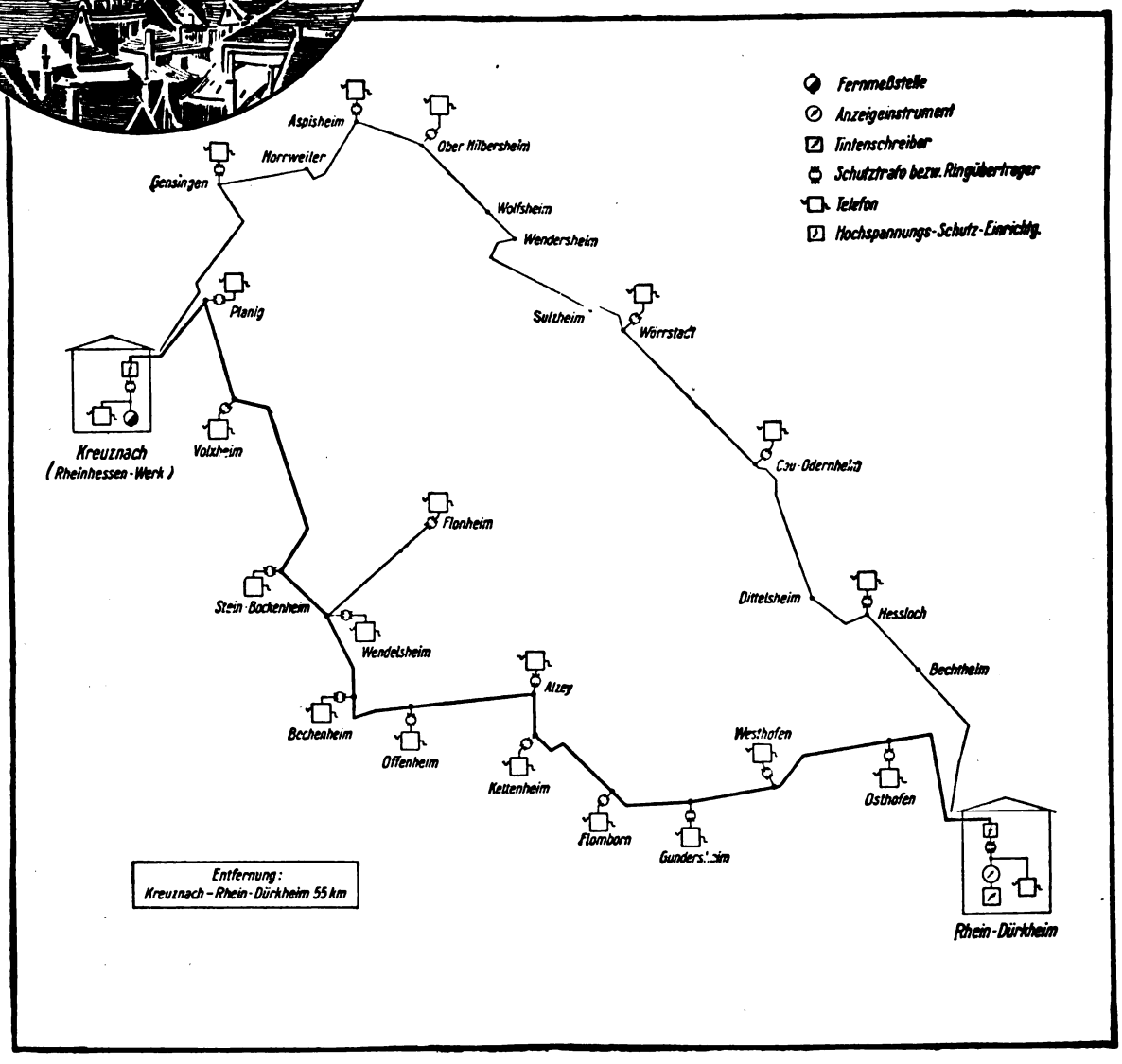
SIEMENS & HALSKE AG
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

Ms 097

Digitized by Google



Diese Fernmeßanlage befindet sich seit 1930 beim Elektrizitätswerk Rheinhessen AG, Worms, in Betrieb



Fernmeßübertragung nach dem Impuls-Frequenz-Verfahren für Wechselstrom. Benutzung eines vorhandenen Fernsprechnetzes. Einwandfreie Übertragung, obwohl das benutzte Fernsprechkabel auf der ganzen Strecke (55 km) in 13 Fernsprech-Anschlüsse eingeschleift und außerdem noch — da unmittelbar am Hochspannungsgestänge verlegt — durch Hochspannung gefährdet ist.

SIEMENS

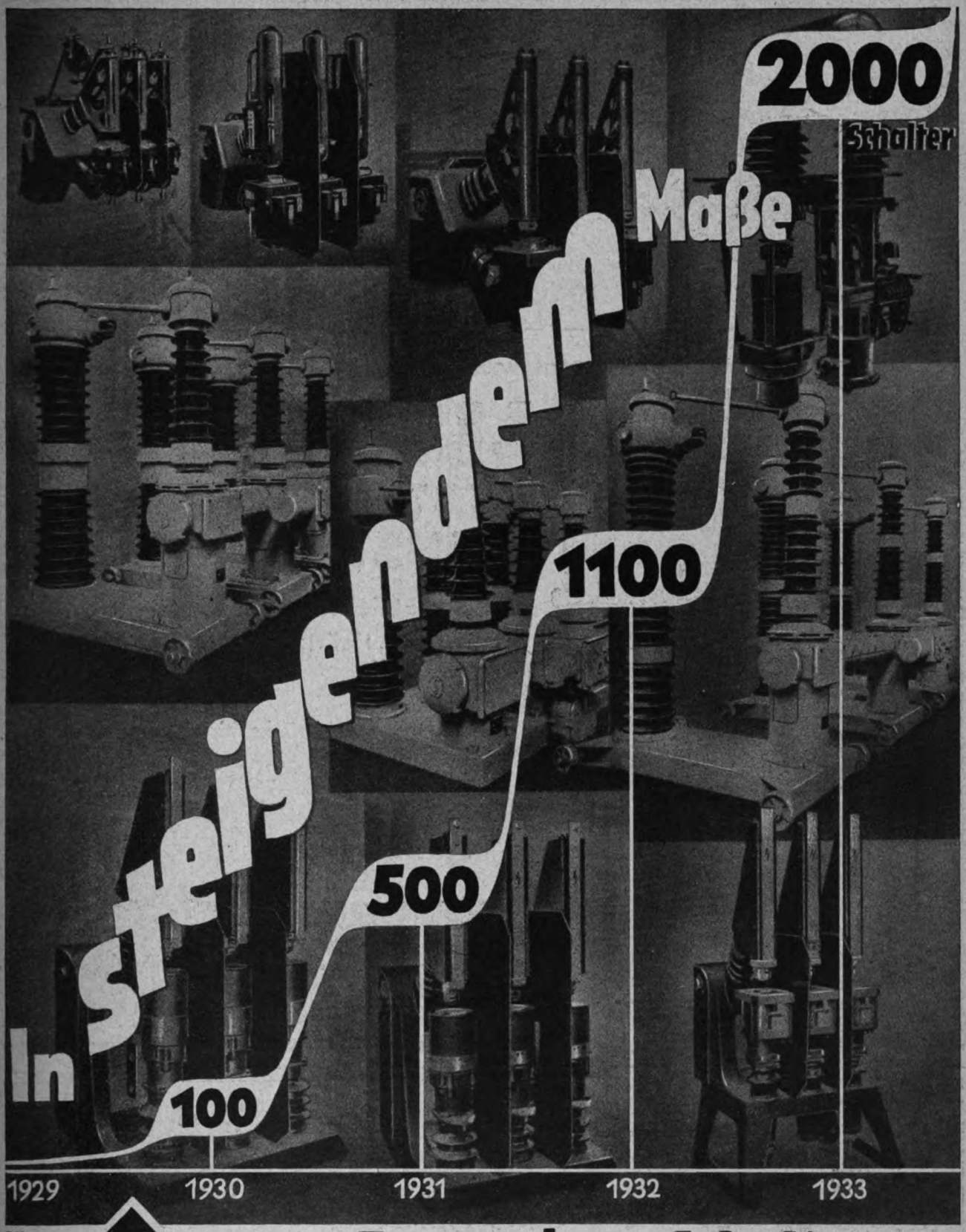
SIEMENS

Siemens & Halske AG · Siemens-Schuckertwerke AG

Berlin-Siemensstadt

SRG 103

Digitized by Google



Z 39

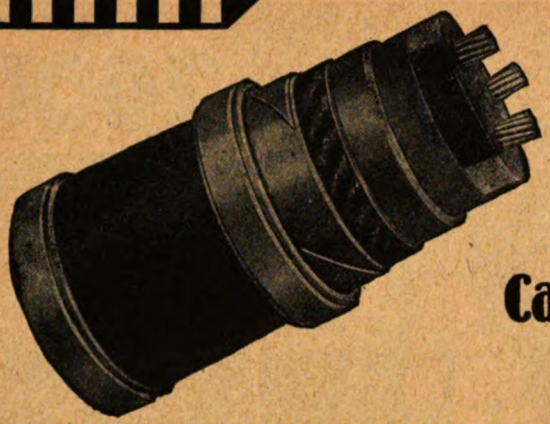
SIEMENS

wird der **Expansions-Schalter**

- für den Neubau von Schaltanlagen
- beim Umbau von Schaltanlagen
- im Austausch gegen Ölschalter unzureichender Schaltleistung verwendet

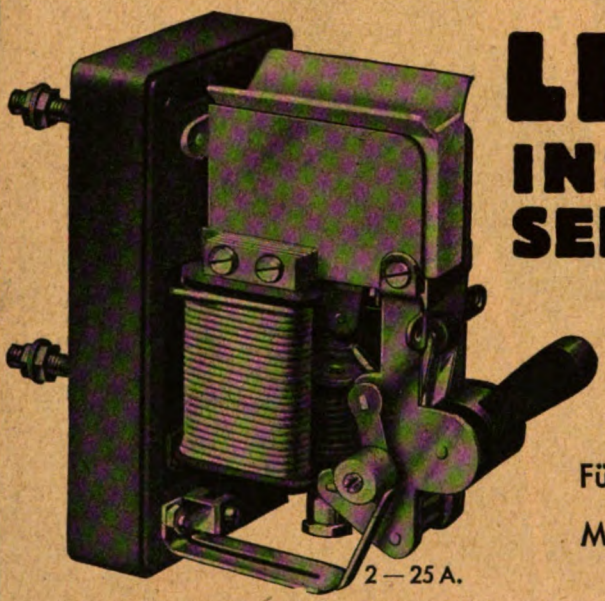
SIEMENS-SCHUCKERT

Digitized by Google



Starkstrom-Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannungen
Nach den Normalien des VDE

Callender Kabel Gesellschaft
m. b. H.
HAMBURG 1



LINDNER-INSTALLATIONS SELBSTSCHALTER

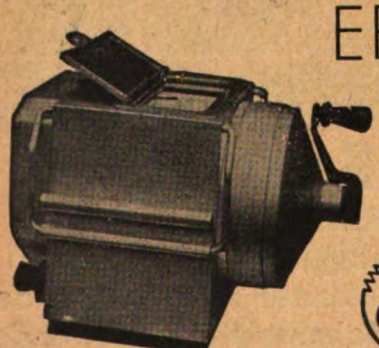
ENTSPRECHEN
DEN LEITSÄTZEN DES V.D.E.

Für vorder- und rückseitigen Anschluß
Mit und ohne thermische Verzögerung

Fordern Sie unseren Sonderdruck Nr. 117

LINDNER u. CO.
JECHA-Sondershausen

DIREKTANZEIGENDE
ERDUNGSMESSER **MEG**



Eingebaute Spannungsquelle (Kurbeldynamo)

Direkte Anzeige in Ohm
Unabhängig von der Drehzahl
Unabhängig vom Widerstand der Hilfs-Sonden
Unabhängig von vagabundierenden Strömen

Preis RM 295.–

Logarithmische Skala, daher genaue Ablesung geringer Ohmwerte

db

Generalvertrieb Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn
BERLIN-SCHÖNEBERG

Digitized by Google

Zur modernen Schaltanlage
gehören:
Suklam-Isolatoren und -Schaltgeräte

Die Großkraftwerke der Sté. d'Eleçtricité de Paris in Ivry und St. Denis sind ausschließlich mit diesen Suklam-Stützisolatoren (Spezialausführung) ausgerüstet

E. NEUMANN HOCHSPANNUNGS-APPARATE, G. M. B. H.
Berlin-Charlottenburg 5, Spandauer Str. 10a – 11

DEKA Bleimantel-Leitung

DEUTSCHE KABELWERKE
BERLIN O. 112

Anerkannt beste Leitung für Installationen in Ställen, feuchten, säurehaltigen Räumen etc.
Lieferung von Installationsmaterialien in erster Qualitätsausführung.

Anlaß- u. Schaltapparate jeder Art u. Größe
für
elektrische Einzel-Antriebe
von
Werkzeug-Maschinen

zum Einbau

zum Anbau

Mitteldeutsche Schaltapparate-Gesellschaft m.b.H., Eisenach 7

Digitized by Google

Wähle

Universal-Rohr und Rohrdraht Abzweigdosen, nur ein Modell für Rohr und Rohrdraht / D. R. P.

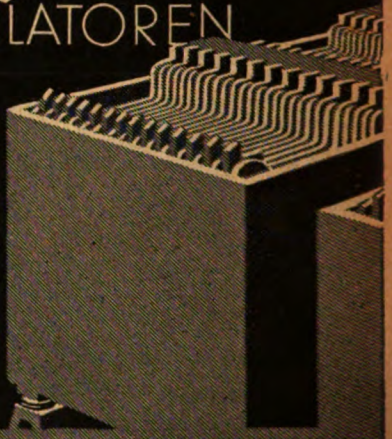
Nr. 1770—1772
mit 2, 3 und 4 Klemmen sowie 1 Nulleiterklemme in verbleitem Mettallgehäuse

Fritz Wieland, Bamberg (Bayern)

Wieland

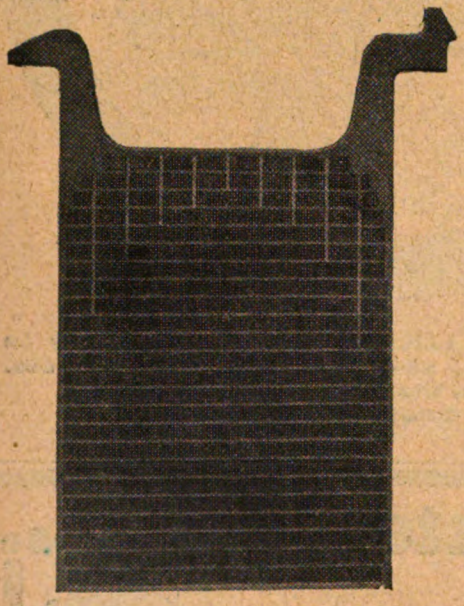
LICHT UND KRAFT
DURCH

Berga
AKKUMULATOREN

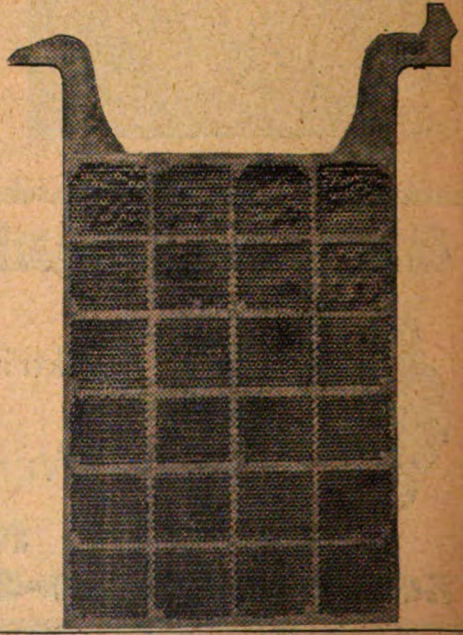


Ein
SPITZENPRODUKT
DER TECHNIK
von hoher
LEBENSDAUER
und grösster
LEISTUNG

ACCUMULATORENFABRIK BERGA G.m.b.H.
RASTATT i. B.



Exide
ACCUMULATOREN



Ersatzplatten
in allen Größen
für jedes Fabrikat

Jetzt ist die richtige Zeit

So billig wie heute werden stationäre Batterien und Ersatzplatten nicht wieder sein

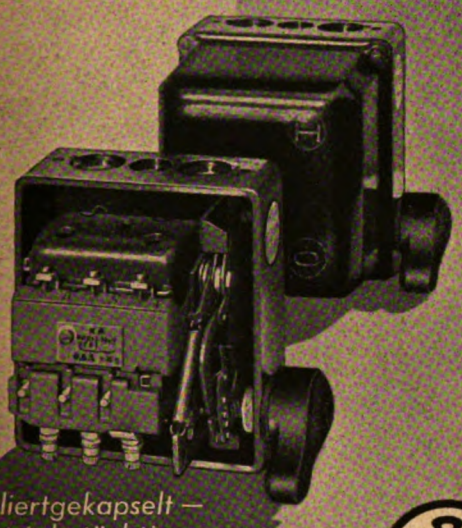
Verlangen Sie unverbindlich Preisofferte

Exide Batterien G.m.b.H.

Berlin W 50 · Tauentzienstr. 7b · Fernspr. B 4 Bavaria 2718
Köln a. Rh. · Karthäuserwall 40 · Fernsprecher 93 003

Digitized by Google

PKZ – *der handbetätigte 15 A Überlastungsschutzschalter für Wasserversorgungen und andere betriebswichtige Kleinmotorantriebe* –



isoliertgekapselt – betriebstüchtig – preisgünstig –

F. KLÖCKNER K G KÖLN-BAYENTHAL

Leistungsfähige **Stern-Dreieck-Walzenschalter**

für Industrie – Gewerbe – Landwirtschaft –

mit Isolierhaube – isoliertgekapselt – gußgekapselt!

F. KLÖCKNER K G KÖLN-BAYENTHAL

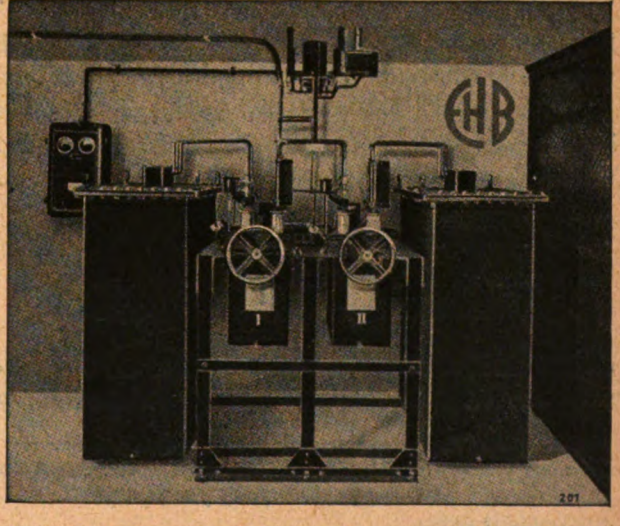
Durch Anwendung statischer

HAEFELY-KONDENSATOREN

zur **COS φ-VERBESSERUNG**

sparen Sie Ausgaben für Blindstrom. Diese Kondensatoren zeichnen sich aus durch unübertroffen einfache und kräftige Konstruktion. Abschreibungsdauer nur 1–2 Jahre.

Verlangen Sie unverbindliches Angebot.



Batterie von 2 Haefely-Kondensatoren

Totale Leistung: 200 BkW, 500 Volt Drehstrom, 50 Perioden

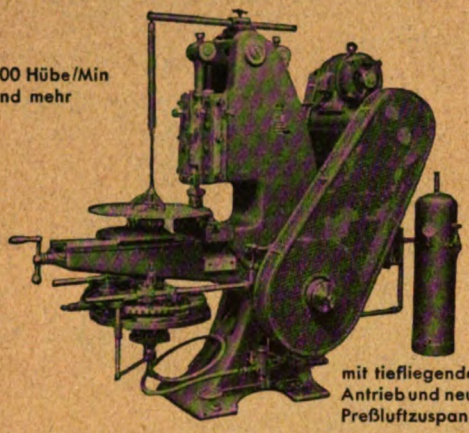
EMIL HAEFELY & CIE A.-G. BASEL

Digitized by Google

SCHULER

NUTEN-STANZMASCHINEN

700 Hübe/Min und mehr



mit tiefliegendem Antrieb und neuartiger Preßluftzuspannung

Hohe Niedergangszahl
Gleichbleibende Teilgenauigkeit
Kurze Aufspannzeiten
Geringe Werkzeugkosten

} sichern den Vorsprung dieser Maschinegegenüber Komplettschnitten und

lohnen die Anschaffung!

L. SCHULER A.-G.
GÖPPINGEN · WÜRTTEMBERG 18/39

Bulla-Material

Schoeller & Co. elektrot. Fabrik G.m.b.H. Frankfurt a. M.-Süd

Benutzen Sie nur noch die

19. Auflage vom VDE-Vorschriftenbuch

nach dem Stande am 1. Januar 1933

Die gesamte innere Anordnung und Gliederung des VDE-Vorschriftenbuches ist grundlegend umgewandelt worden. — Die 19. Auflage bringt diese Neuerungen zum ersten Male.

Da ferner nach zweijähriger Pause nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten in erstmaliger oder völlig neu bearbeiteter bzw. geänderter Fassung enthalten ist, kommt eine Weiterverwendung älterer Auflagen nicht mehr in Betracht. Die Preise sind nochmals herabgesetzt worden.

Die Preise:

Für Nichtmitglieder: statt RM 20.60 (1931), RM 18.55 (1932) nur noch RM **16.20**

Für VDE-Mitglieder: statt RM 18.80 (1931), RM 16.95 (1932) nur noch RM **14.60**

Das Umtausch-Angebot: Bei portofreier Rücksendung eines Exemplars der 17. o d e r 18. Auflage gilt für die 19. Auflage ein Vorzugspreis von nur RM **13.80**

VDE-Mitglieder können also entweder vom Mitgliedspreis oder vom Umtausch Gebrauch machen. — Um unnötigen Schriftwechsel zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Rücksendung gleichzeitig mit der Bestellung vorzunehmen. — Bei Bestellung mehrerer Exemplare der 19. Auflage wird der Vorzugspreis sinngemäß für diejenige Anzahl von Exemplaren gewährt, für die Exemplare der 17. oder 18. Auflage zurückgeschickt werden.

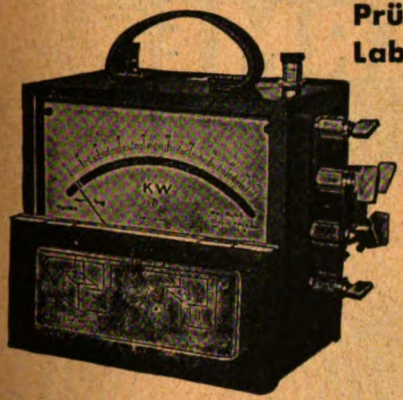
VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER E.V.

Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33

Digitized by Google

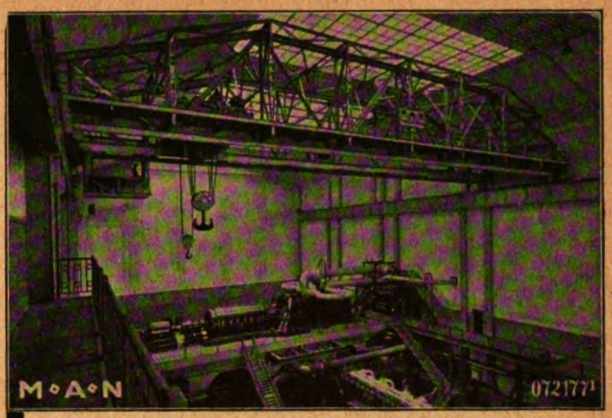
Tragbare Präzisions-Meßgeräte

für Montage Prüffeld und Laboratorium

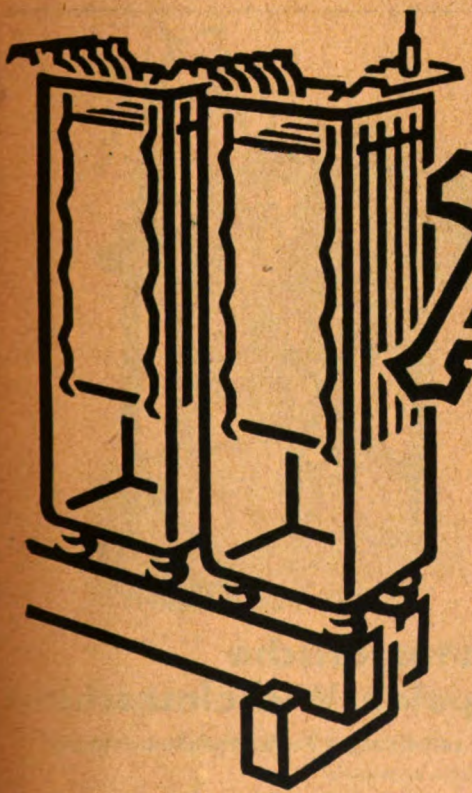


Präzisions-Drehspul-Millivolt-, Volt- u. Amperemeter
Hitzdraht-, Thermo- oder Ventil-Meßgeräte
Elektrodynam. Wattmeter, Leistungsfaktormesser
liefert in anerkannt höchster Präzision

Dr. Siegfr. Guggenheimer
Aktiengesellschaft · Nürnberg-O/81
Fabrik elektrischer Meßgeräte



M·A·N
MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AG
TRANSPORT-ANLAGEN
Maschinenhauskrane
Bekohlungsanlagen
Lagerplatzkrane
Wagenkipper
Drucks. E.Z. 07 von Werk Nürnberg



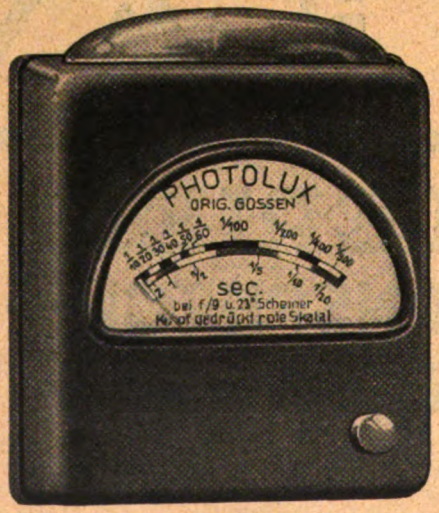
AFA
BATTERIEN FÜR FERNSPRECH- U. SIGNALWESEN

ACCUMULATOREN-FABRIK AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN SW 11

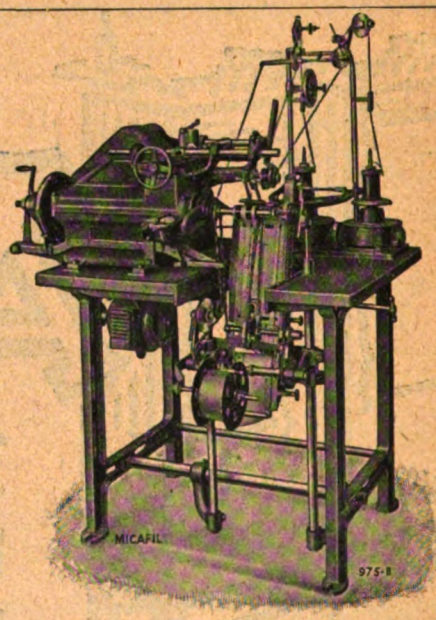
Digitized by Google

Photolux
ORIGINAL GOSSEN
(Photographisches Luxmeter)

Der neue elektrische Belichtungsmesser zeigt automatisch und vollkommen objektiv auf elektrischem Wege die richtige Belichtungszeit direkt in Sekunden. Photolux gibt Ihnen die Gewähr für ideal belichtete Bilder. Mit dem Photolux gibt es keine Fehlbelichtung mehr! Mit dem Photolux erzielen Sie eine vollkommen gleichmäßige Durchbelichtung Ihrer Negative. Deshalb gibt es auch beim Kopieren in Zukunft keinen Ausschuß mehr. Falls bei Ihrem Photohändler noch nicht zu haben, verlangen Sie Prospekt EP von uns!



GOSSEN
FABRIK ELEKTR. MESSGERÄTE ERLANGEN/BAY.



Vollautomatische
Spulen-Wickelmaschine

mit **selbsttätiger Papier-Einlaßvorrichtung**
Patente angemeldet
Zum Wickeln von Spulen aller Art, wie Zündspulen, für Apparate, Meßtransformatoren, usw.

Micafil A.-G. Zürich-Altstetten Schweiz

Digitized by Google

Digitized by Google

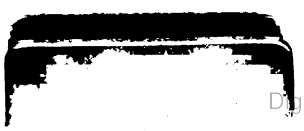
Digitized by Google

Digitized by Google

DO NOT CIRCULATE

Digitized by Google

BOUND
SEP 17 1935
UNIV. OF MICH.
LIBRARY



Digitized by Google